

Olli Kanerva
Matti Kauppinen
Juha-Matti Viertola
Tuomas Venhola

Reaaliaikapilotin loppuraportti



Olli Kanerva, Matti Kauppinen,
Juha-Matti Viertola, Tuomas Venhoja

Reaaliaikapilotin loppuraportti

Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 53/2017

Kannen kuva: Tuula Roos / vastavalo.net

Verkkojulkaisu pdf (www.liikennevirasto.fi)

ISSN-L 1798-6656

ISSN 1798-6664

ISBN 978-952-317-478-8

Liikennevirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelin 0295 34 3000

Olli Kanerva, Matti Kauppinen, Juha-Matti Viertola ja Tuomas Venhola: Reaaliaikapilotin loppuraportti. Liikennevirasto, Liikenteen palvelut -osasto. Helsinki 2017. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 53/2017. 37 sivua ja 4 liitettä. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-478-8.

Avainsanat: reaaliaikaisuus, informaatio, joukkoliikenne, reitit, oppaat, Digitransit, GTFS, GTFS-RT, NeTEx

Tiivistelmä

Reaaliaikapilotin tavoitteena oli pilotoida joukkoliikenteen reaaliaikatiedon vastaanottoa Digitransit-alustalla, sekä tehdä suosituksia reaaliaikatiedon tuottamiseksi ja reaaliaikatiedon laadun parantamiseksi.

Pilottikaupunkeja oli mukana 3 (Oulu, Lahti, Jyväskylä). Kaupunkien lisäksi tutkittiin junaliikenteen reaaliaikatietoa erikseen pääkaupunkiseudun lähiliikenteen ja kaukoliikenteen osalta.

Raportissa on kuvattu pilotin eteneminen ja tavoitteiden täyttyminen.

Raportin keskeinen sisältö koostuu kolmesta osa-alueesta. Datan validointi ja validoinnin järjestäminen on keskeisessä roolissa staattisen ja reaaliaikaisen datan laadun parantamisessa. Suositusosiossa annetaan suosituksia lyhyemmän tähtäimen toimenpiteiksi sekä pidemmän tähtäimen kehitysehdotuksia. Toimenpideohjelmassa suositukset on tiivistetty toimenpiteiksi ja toimenpiteet on aikataulutettu ja vastuutettu eri toimijoille.

Raportin liitteissä on esitetty esimerkkisanomat, sekä kuvattu pakolliset vaatimukset reaaliaikatietoa tuottaville järjestelmille.

Olli Kanerva, Matti Kauppinen, Juha-Matti Viertola och Tuomas Venhola: Slutrapport om pilotprojektet gällande realtidsinformation. Trafikverket, trafiktjänster. Helsingfors 2017. Trafikverkets undersökningar och utredningar 53/2017. 37 sidor och 4 bilagor. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-478-8.

Sammanfattning

Målet med pilotprojektet var att undersöka hur realtidsinformation inom kollektivtrafiken tas emot på plattformen Digitransit samt att ge rekommendationer för hur realtidsinformationen kan produceras och hur kvaliteten på den kan förbättras.

Pilotprojektet omfattade 3 städer (Uleåborg, Lahtis, Jyväskylä). Förutom städerna undersöktes realtidsinformationen inom tågtrafiken separat för huvudstadsregionens närtrafik och fjärrtrafiken.

I rapporten beskrivs hur pilotprojektet framskred och hur målen uppnåddes.

Det huvudsakliga innehållet i rapporten består av tre delområden. Valideringen av data och hur valideringen organiseras är av central betydelse då man vill förbättra kvaliteten på statisk information och realtidsinformation. Rekommendationsdelen innehåller förslag på kortsiktiga åtgärder och långsiktiga utvecklingsförslag. I åtgärdsprogrammet har rekommendationerna sammanfattats till åtgärder och åtgärderna har schemalagts och ansvarsfördelats på de olika aktörerna.

I bilagorna till rapporten har man exemplifierat meddelandena och beskrivit de obligatoriska kraven på systemen som producerar realtidsinformationen.

Olli Kanerva, Matti Kauppinen, Juha-Matti Viertola and Tuomas Venhola: Final report of pilot study on the use of real-time traffic data. Finnish Transport Agency, Traffic Services. Helsinki 2017. Research reports of the Finnish Transport Agency 53/2017. 37 pages and 4 appendices. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-478-8.

Summary

The aim of this pilot study on the use of real-time data was to study the reception of real-time data involving public transport, using the Digitransit platform, as well as to give recommendations on producing and improving the quality of real-time data.

Three cities (Oulu, Lahti and Jyväskylä) were included in the pilot study. In addition to these cities, studies on the real-time data of train services were conducted separately in the Helsinki Metropolitan area and in long-distance traffic.

The report describes the progress of the pilot study and how the objectives were met.

The main contents of the report comprise three subareas. Data validation and the validation arrangements play a key role in improving the quality of both static and real-time data. The recommendations section includes recommendations for both short-term actions and long-term suggestions for development. The recommendations in the action plan have been summed up as actions, and the actions have been scheduled and responsibilities assigned to various actors.

Examples of messages, as well as descriptions of the compulsory requirements on the systems producing real-time data, are enclosed in this report.

Esipuhe

Pilottia ohjasi ohjausryhmä, jonka kokoonpano oli seuraava:

Aapo Andersson	Liikennevirasto (pj.)
Elsi Sarjo	Liikennevirasto (tilaajan hankepäälikkö)
Jenni Eskola	Liikennevirasto
Tehanu Tapola	Liikennevirasto
Martin Johansson	Liikennevirasto
Mikko Natunen	Liikennevirasto
Kerkko Vanhanen	HSL
Antero Karppinen	HSL
Ilkka Kankkunen	TVV LMJ Oy
Roope Ahola	Lahden kaupunki
Mika Vuorio	CGI
Matti Kauppinen	CGI (kehitystiimin projektipäälikkö)
Juha Linkola	CGI
Essi Pohjalainen	Trafix Oy
Olli Kanerva	Trafix Oy (siht., tilaajan projektipäälikkö)

Pilotin kehitystiimi tuli CGI Suomi Oy:stä, jossa projektipäälikkönä oli Matti Kauppinen. Tilaajan projektipäälikkönä/kehitystiimin tuoteomistajana toimi Olli Kanerva Trafix Oy:stä.

Helsingissä marraskuussa 2017

Liikennevirasto

Sisällysluettelo

1	TAUSTA JA PILOTIN TAVOITTEET	8
1.1	Taustaa	8
1.2	Tavoitteet	9
1.3	Organisoituminen	9
1.4	Käytetty terminologia	10
1.5	Miksi reaaliaikatieoa?	11
2	PILOTISSA TUTKITUT REAALIAIKATIEDON LÄHTEET	12
2.1	Linja-autoliikenne	12
2.2	Junaliikenne	12
2.3	Yhteenveto tutkituista lähteistä	13
3	PILOTOITU RATKAISUMALLI	14
3.1	Ratkaisun pohja	14
3.2	Pilotin ratkaisu	15
3.3	Pilotin komponenttijako	15
3.4	Käytetty tietosisältö	17
4	PILOTIN AIKANA KERÄTYT KOKEMUKSET	18
4.1	Kokemukset tutkituista datalähteistä	18
4.1.1	Staattiset aikatauluaineistot	18
4.1.2	Reaaliaikainen informaatio	19
4.1.3	Kaupunkikohtaiset kokemukset	19
4.2	Kokemukset Digitransit-alustasta	22
4.3	Kaupunkien kokemukset pilotista	23
5	SUOSITUKSET JA KEHITYSEHDOTUKSET	24
5.1	Suosituksset	24
5.1.1	Suosituksset raideliikenteelle	24
5.1.2	Suosituksset kaupunkien järjestelmille	25
5.1.3	Suosituksset datan validoinnista	25
5.1.4	Suosituksset reaaliaikasyötteiden sisällöstä	29
5.1.5	Suosituksset tiivistettynä	30
5.2	Suosituksset toimijoittain	31
5.3	Pidemmän aikavälin kehitysehdotukset	33
5.3.1	Datan laadun parantaminen	33
5.3.2	Lokituksen kehittäminen	33
5.3.3	Sanomaformaattien muunnokset	33
5.3.4	Avoin lähdekoodin hankkeiden dokumentointi	33
5.3.5	NeTEx-standardin käyttö	34
6	PILOTIN ESITYKSET JATKOTOIMENPITEIKSI	35
6.1	Yhteenveto jatkotoimenpiteistä Liikenneviraston näkökulmasta	36
LIITTEET		
Liite 1	Esimerkkisanoma pysäkkiennusteista (Trip Updates)	
Liite 2	Esimerkkisanoma sijaintitiedoista (Vehicle Positions)	
Liite 3	Esimerkkisanoma häiriötiedotteista (Service Alerts)	
Liite 4	Reaaliaikajärjestelmien tuottamien tietojen vähimmäissisällöt	

1 Tausta ja pilotin tavoitteet

1.1 Taustaa

Liikennevirasto, HSL, sekä TVV lippumaksujärjestelmä Oy (jäljempänä LMJ) ovat yhdessä kehittäneet avoimen lähdekoodin reittiopasalustaa, Digitransitia. Digitransit-alusta on jo käytössä HSL-alueen liikenteessä sekä valtakunnallisessa matka.fi-reittiopaspalvelussa. LMJ puolestaan tukee Digitransit-alustan käyttöönottoa LMJ:n osakaskaupunkien reittiopasalustana.

Liikennevirasto teetti vuonna 2016 esiselvityksen (*Joukkoliikenteen matkustaja-informaation koontipalvelu, Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 37/2016*). Esiselvityksessä suositeltiin, että koontipalvelu koostuu tulevaisuudessa kahdesta osasta: *koontitietokannasta*, johon kootaan pääasiallisesti staattisia tietoja, sekä *koontirajapinnasta*, johon kootaan ja josta jaetaan ulospäin pääasiassa dynaamisia tietoja. Digitransit-alustaa onkin lähtökohtaisesti kehitetty siten, että se kykenee vastaanottamaan myös reaaliaikatieitoja. Tässä yhteydessä haasteeksi on koettu mm. reaaliaikatiedon ja staattisen aikataulutiedon yhdistäminen, koska niiden yksilöivät tunnisteet ovat saattaneet erota toisistaan.

Liikenneviraston rooli tulevaisuudessa reaaliaikatiedon käsittelyssä ja jakelussa, jatkuvaa tuotantoa ajatellen, kaipaa myös selkeyttämistä ja suuntaviivoja. Liikennevirasto voi esimerkiksi olla uusien palvelujen kehittämisen ja käyttöönoton mahdollistajana. Lyhyellä aikavälillä Liikennevirasto voi toimia myös projektien käynnistäjänä sekä väliaikaisena palvelujen toteuttajana jos ko. palvelut eivät vielä synny markkinaehtoisesti.

Joukkoliikennettä järjestävät kaupungit ja muut viranomaiset ovat puolestaan sekä reaaliaikatiedon tuottajia että hyödyntäjiä. Suurimmilla kaupunkiseuduilla (pääkaupunkiseutu, Tampere, Turku) kaupungit tai viranomaiset vastaavat reaaliaikatiedon tuottamisesta. Muilla kaupunkiseuduilla reaaliaikatiedon tuottamisvastuu on vastuutettu tai tullaan vastuuttamaan sopimusohjauksen kautta sopimusliikenteen liikennöitsijöille (esim. Jyväskylä). Yhtenäiset toimintaperiaatteet, vastuurajaukset ja reaaliaikatiedon vaatimukset kuitenkin puuttuvat. Myös liikennepalvelulaki tulee asettaa vaatimuksia aikatauluinformaation jakelulle.

Junaliikenteen reaaliaikatietoa on saatavilla liikennetyypistä riippuen useasta eri lähteestä. Liikennevirasto tuottaa kaukoliikenteen junien kulkutietoa, jonka lähteenä on rataverkon kulkutieto. Pääkaupunkiseudun lähiliikenteen reaaliaikatieto on saatavilla HSL:n reaaliaikajärjestelmän kautta. Junien kaukoliikennettä yksinoikeudella operoiva VR tuottaa junat kartalla -reaaliaikatietoa. Liikennevirastolla on kuitenkin päärooli rataverkon ja asemien reaaliaikatiedon tuottamisessa.

Liikennöitsijät tuottavat reaaliaikatietoa omistamallaan ajoneuvojärjestelmillä. Liikennöitsijät kaipaavat yhtenäistä ohjeistusta siitä, millaisia vaatimuksia reaaliaikatietoa tuottaville ajoneuvolaitteille tulee asettaa.

Yhtenäiset vaatimukset ja toimintaohjeet auttavat myös reaaliaikajärjestelmiä toimittavia järjestelmätoimittajia järjestelmien kustannustehokkaassa rakentamisessa.

1.2 Tavoitteet

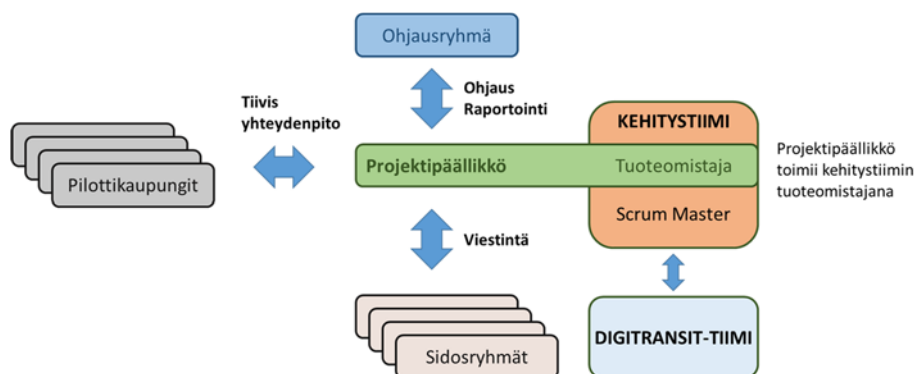
Reaaliaikapilotin tavoitteeksi asetettiin pilotoida valtakunnallisen linja-auto- ja juna-liikenteen reaaliaikatiedon vastaanottoa ja jakelua Digitransit-alustalla.

Osatavoitteiksi asetettiin:

- reaaliaikatiedon hyödynnettävyys (datan laatu) ja kokonaisuuden pilotointi
- tieto siitä, mitä reaaliaikatiedon tuottaminen edellyttää (reaaliaikatiedon tuottajat)
- tieto siitä, mitä reaaliaikatiedon vastaanotto ja jakelu edellyttävät
- tieto siitä, miten staattinen aikataulutieto ja reaaliaikatieto voidaan yhdistää
- tieto rajapintojen ja rajapintastandardien hyödynnettävyydestä
- tieto junaliikenteen reaaliaikatiedon hyödynnettävyydestä
- kokemuksia reaaliaikaisen reittioppaan datan tuottamisesta ja jakelusta
- tieto teknisen alustan ja teknologioiden soveltuvuudesta, ylläpidettävyydestä ja skaalautuvuudesta

1.3 Organisoituminen

Pilotin ohjausryhmän kokoonpano on kerrottu esipuheessa.



Kuva 1. Reaaliaikapilotin organisaatio

1.4 Käytetty terminologia

Termi	Selite
GTFS(-RT)	<p>Googlen luoma joukkoliikenteen tiedonsiirtoformaatti. GTFS-RT on reaaliaikatiedon siirtoon tarkoitettu laajennos.</p> <p>GTFS: https://developers.google.com/transit/gtfs/reference/ GTFS-RT: https://developers.google.com/transit/gtfs-realtime/reference/</p>
Kalkati.net	Nykyisen koontitietokannan kehityksen yhteydessä kehitetty XML-pohjainen joukkoliikennetiedon siirtoformaatti.
Koontipalvelu	Koontipalvelulla tarkoitetaan koontirajapinnasta ja koontikannasta rakentuvaa joukkoliikenteen palvelua. Koontirajapinta on kokoava rajapintaratkaisu.
Koontikanta	Koontitietokanta on Liikenneviraston ylläpitämä fyysinen joukkoliikenteen tietokanta, joka on osa koontipalvelua.
SIRI	Reaaliaikatiedon jakeluun tarkoitettu joukkoliikennetiedon siirtoformaatti.
Tunnisteet	Tarkoittaa tiedonsiirtoformaatin kenttiä, joiden avulla tunnistetaan ajoneuvon lähtö ja reitti (trip_id, route_id)
vehicle positions, trip updates ja service alerts	GTFS-RT-sanomien tyypit. Vehicle positions sisältää kulkuneuvojen sijaintitietoa, trip updates aikatauluihin liittyviä ennusteita ja service alerts häiriötiedotteita.

1.5 Miksi reaaliaikatietao

Reaaliaikatietao parantaa joukkoliikenteen palvelutasoa mm. seuraavilla osa-alueilla:

Matkustajainformaatiopalveluiden parantaminen

Erilaiset häiriöt liikenneverkolla aiheuttavat sen, että suunnitellut aikataulut eivät aina pidä. Matkustajille on tärkeää tietää reaaliajassa, milloin ja missä matkustajan haluama joukkoliikennepalvelu on tosiasiallisesti kulkemassa. Tämä alentaa matkustajien kokemaa joukkoliikenteen käyttökynnystä.

Häiriötietojen julkaisu

Joukkoliikenteen palveluissa tapahtuu väistämättä häiriöitä, jotka johtuvat esimerkiksi liikenneverkon katkoista, ruuhkista tai keliolosuhteista. Reaaliaikatietao on häiriötiedottamisen perustieto. Reaaliaikatiedon lisäksi tarvitaan toimivat häiriötiedotusprosessit ja -kanavat.

Reittiopaspalveluiden parantaminen

Reittiopaspalvelut perustuvat yleisimmin staattiseen, suunniteltuun aikataulutietoon. Suunniteltu matkaketju ei kuitenkaan aina toteudu liikenteen häiriöiden vuoksi. Reaaliaikatiedon avulla reittiopaspalveluista voidaan tehdä dynaamisia, jotka ehdottavat uutta matkaketjua, jos alun perin ehdotettu matkaketju ei syystä tai toisesta toteudu. Reaaliaikatiedon tuottaminen ja jakelu on myös erilaisten MaaS-palvelujen tehokkaan toteuttamisen perusedellytys.

2 Pilotissa tutkitut reaaliaikatiedon lähteet

2.1 Linja-autoliikenne

Ennen pilotin käynnistymistä pilottiin olivat ilmoittautuneet halukkaiksi osallistumaan Oulun, Lahden, Jyväskylän, Lappeenrannan ja Joensuun kaupungit. Kaikki nämä kaupungit ovat ns. Waltti-kaupunkeja (ovat ottaneet käyttöön Waltti-lippujärjestelmän) ja ovat myös ottaneet tai ottamassa käyttöön Digitransit-alustaan perustuvan reittioppaan LMJ:n tukemana. Näissä kaupungeissa on erilaisia tapoja tuottaa reaaliaikatietoa, joka omalta osaltaan tuki pilotin tavoitteita.

Oulu

Oulussa on ollut Faran toimittama reaaliaikainformaatiojärjestelmä tuotantokäytössä jo muutaman vuoden. Järjestelmässä on erilliset ajoneuvolaitteistot ja taustajärjestelmä. Taustajärjestelmässä on kaksi ulkoista reaaliaikatietoa tuottavaa rajapintaa, SIRI ja GTFS-RT. Pilotissa tutkittiin Oulun osalta GTFS-RT-rajapintaa.

Lahti

Lahdessa käynnistyi keväällä 2017 kahdella Lahden seudun liikenteen linjalla reaaliaikatietoa tuottava pilotti. Pilotissa testataan reaaliaikajärjestelmää. Lahden pilotti perustuu Mattersoft Oy:n järjestelmään, jossa on erilliset ajoneuvolaitteet (matkpuhelinlusta) ja taustajärjestelmä. Taustajärjestelmässä on GTFS-RT-rajapinta. Lahdesta saatiin pilotin loppupuolella myös generoituja häiriöviestejä. Lahdessa pilotoitiin joukkoliikenteen reaaliaikaista informaatiojärjestelmää liikennevaloetuspyyntöineen.

Jyväskylä

Jyväskylässä Jyväskylän Liikenteen linja-autoissa on Pusatec Oy:n rahastuslaitteet, jotka tuottavat linja-autojen paikkatietoa Trapeze Oy:n Traveller-taustajärjestelmään. Taustajärjestelmään valmistui pilotin aikana GTFS-RT -rajapinta, jota käytettiin pilotissa. Jyväskylältä puuttuvat Corebox-laitteet, jotka mahdollistavat paikkatiedon liittämisen autolaitedataan.

Joensuu ja Lappeenranta

Joensuussa ja Lappeenrannassa liikennöivillä liikennöitsijöillä ei ollut pilotin aikana valmiuksia toimittaa reaaliaikatietoa. Tämä johtui liikennöitsijöiden käyttämistä rahastuslaitetoimittajista.

2.2 Junaliikenne

Junaliikenteen osalta tutkittiin Liikenneviraston tuottamaa liikennetietoa. Laadukkaan aikatauluaineiston puutteen vuoksi reaaliaikapilotissa keskityttiin pääkaupunkiseudun lähiliikenteeseen.

Liikennevirasto on parhaillaan uudistamassa omia rajapintojaan ja ne ovat suunnitelmien mukaan tuotantokäytössä syksyllä 2017. Tämän uudistuksen myötä junaliikenteen reaaliaikatieto on paremmin hyödynnettävissä matkustajainformaatiojärjestelmissä.

Junaliikenteen aineistoista on kerrottu enemmän kappaleissa 4.1.3 ja 5.1.1.

2.3 Yhteenvedo tutkituista lähteistä

Linja-autoliikenteen osalta tutkittavia datalähteitä oli kolme alun perin kaavaillun viiden sijaan. Pilotissa harkittiin uusien kaupunkien pyytämistä pilottiin mukaan, mutta lopulta päädyttiin kuitenkin sen sijaan analysoimaan syvemmin saatavilla olleita rajapintoja. Tämä osoittautui perustelluksi ratkaisuksi, koska resursseja pystyttiin kohdentamaan rajapintojen sisällön analysointiin ja teknisen ympäristön vaatimusten tarkasteluun.

Junaliikenteessä kaukoliikenteen osalta ei ryhdytty väliaikaisiin erityistoimenpiteisiin reaaliaikadatan tarkentamiseksi, koska Liikenneviraston ylläpitämät rajapinnat uusitaan joka tapauksessa syksyyn 2017 mennessä.

Rajapintojen puutteiden vuoksi pilotti joutui tyytymään lukumäärältään ennakoitua vähäisempiin rajapintoihin. Pilotilla ei myöskään ollut aikaa odottaa reaaliaikatieta tuottavien järjestelmien kehitystyötä. Toisaalta pilotin tuloksista on juuri tässä kehitysvaiheessa eniten hyötyä rajapintoja ylläpitäville ja reaaliaikatieta tuottaville toimijoille.

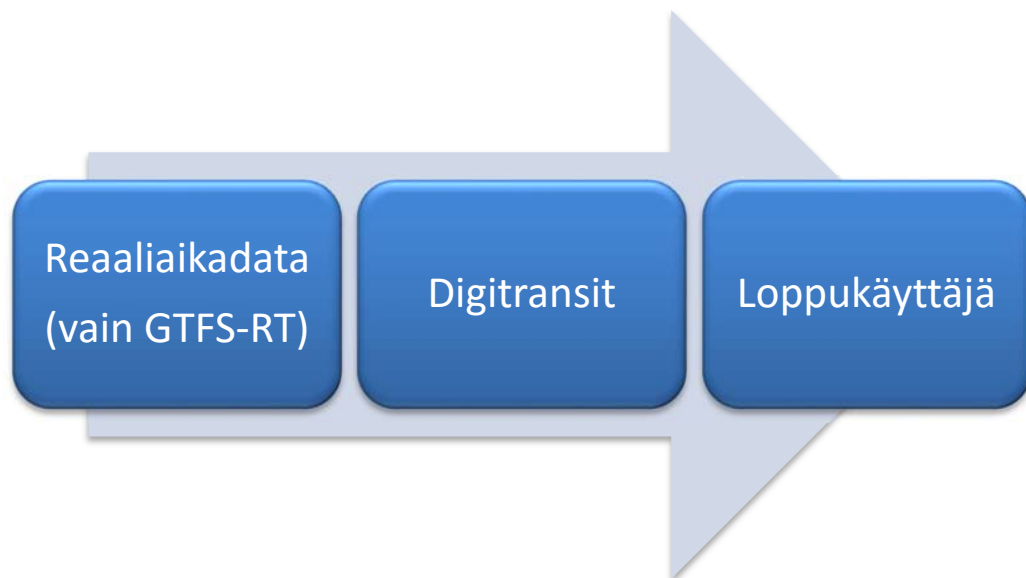
- *Linja-autoliikenteen osalta tutkittavia datalähteitä oli kolme alun perin kaavaillun viiden sijaan.*
- *Junaliikenteessä kaukoliikenteen osalta ei ryhdytty väliaikaisiin erityistoimenpiteisiin reaaliaikadatan sisällön tarkentamiseksi, koska Liikenneviraston ylläpitämät rajapinnat uusitaan joka tapauksessa syksyyn 2017 mennessä.*
- *Pilotin tuloksista on juuri tässä kehitysvaiheessa eniten hyötyä rajapintoja ylläpitäville ja reaaliaikatieta tuottaville toimijoille.*

3 Pilotoitu ratkaisumalli

3.1 Ratkaisun pohja

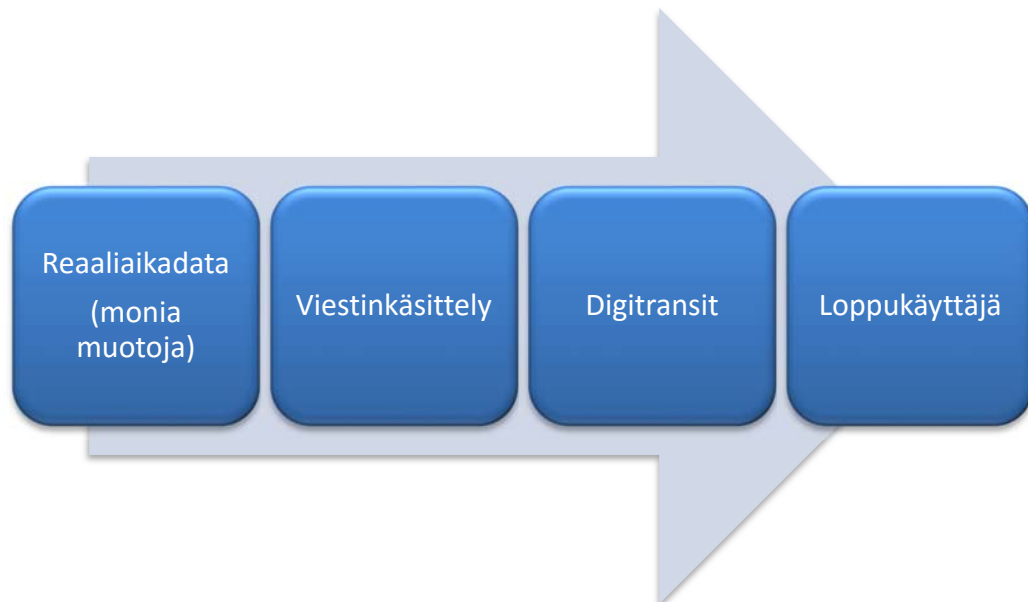
Ratkaisua lähdettiin rakentamaan HSL:n reittioppaan (Digitransit) toteutuksen pohjalta, sillä siinä oli jo osittain toteutettuna tarvittava toiminnallisuus, kuten mahdollisuus liikennevälineiden sijaintien näyttämiseen kartalla reitin tiedoissa ja tuki saapumis- ja lähtöaikojen ennusteille sekä häiriötiedoille. Vasteaikavaatimukselle asetettiin alle yhden sekunnin tavoiteaika.

Digitransit perustuu avoimella lähdekoodilla toteutettuihin Docker-kontteihin, joiden lisääminen, olemassa olevien laajentaminen ja uusien tietovirtojen luominen konttien välille mahdollistaa uusien ominaisuuksien tehokkaan kehittämisen.



3.2 Pilotin ratkaisu

Alkuperäisen suunnitelman pohjana oli tehdä mahdollisimman vähän muutoksia Digitransit-alustaan ja rakentaa pilotti uusien Docker-konttien avulla toteutettavalla muutoksella tietovirroissa.

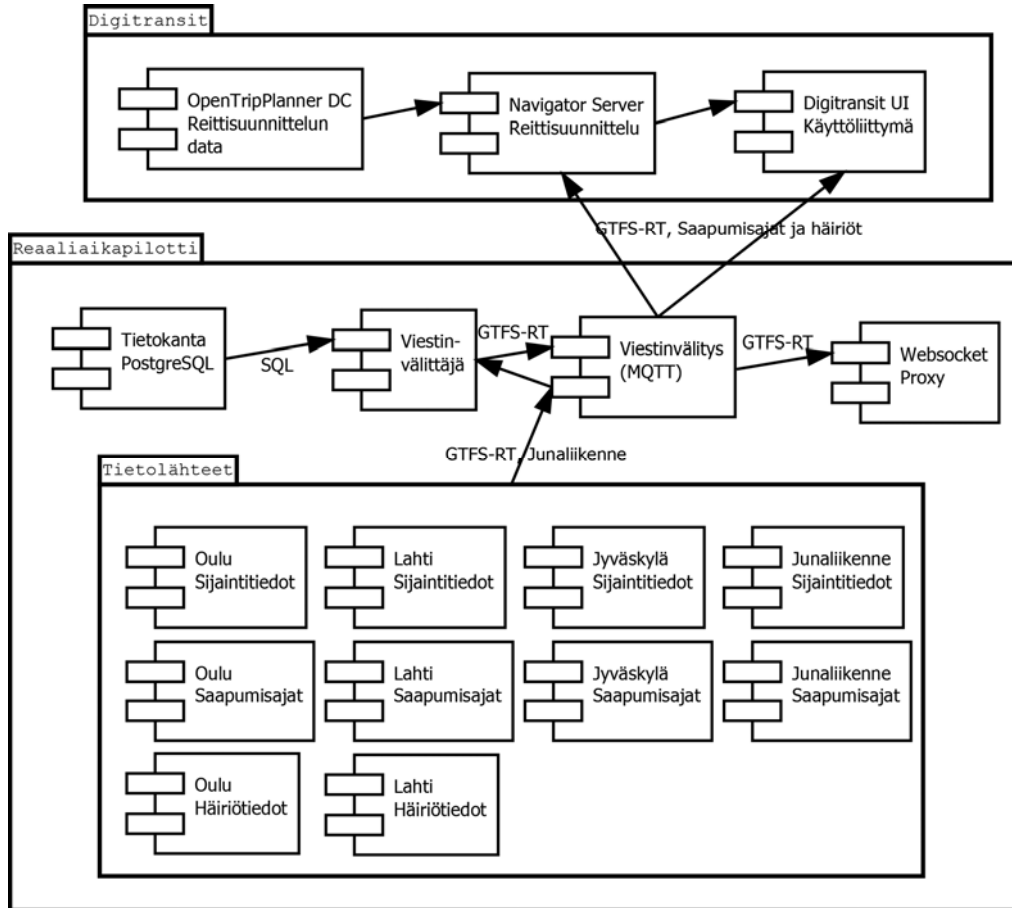


Koska Digitransit-järjestelmässä oli valittu viestinvälityspalveluksi MQTT-ohjelmisto, tehtiin pilotissa samoin. Tällä valinnalla haluttiin välttää toisaalta sekä mahdollinen muutostyö Digitransit-pohjassa että virhevalinnan aiheuttama työmäärä, mikäli viestinvälityspalvelun valinta osoittautuu kokonaisuuteen sopimattomaksi tai valittu palvelun ohjelmisto tehottomaksi.

Viestinvälityspalvelimen avulla voitiin välttää pullonkauloja asynkronisen viestinvälityksen vuoksi. Järjestelmän komponentit pystyvät jättämään viestin, joka päättyy vastaanottajalle, mikäli vastaanottava järjestelmä on toimintakuntoinen. Viestin käsittelyyn tai vastaanottoon ei tarvitse ottaa lähettävässä ohjelmistossa enää kantaa. Näin yksittäinen ongelmatilanteeseen päätnyt komponentti ei aiheuta lisäriskiä koko järjestelmälle domino-efektin kautta. Docker-konttien käyttö paransi tätä stabiliteettia entisestään, koska jokainen komponentti oli omassa Docker-kontissaan.

3.3 Pilotin komponenttijako

Pilotin suunniteltiin voivan toteuttaa muunnoskomponenttien avulla teoriassa minkä tahansa formaatin kääntäminen GTFS-RT:ksi, joka on Digitransitin tukema. Muunnoskomponentit päätettiin sijoittaa viestinvälittäjään ja jokaiselle viestijonolle määritettiin muunnoskomponentti, jonka tehtävänä oli muuntaa data GTFS-RT:ksi (junien lähiliikenne) tai muokata sanomaa siten, että tunnisteet ("id") vastaavat Digitransitissa käytettyjä tunnisteita. Muunnoksia varten viestikäsittelijällä oli käytettävissään PostgreSQL-tietokanta PostGIS-laajennuksella.



Kuva 2. Komponentit ja niiden väliset tietovirrat

Komponentit suunniteltiin uudelleenkäytettäväksi niin, että sama ohjelmisto saattoi palvella samanlaisissa, tai melkein samanlaisissa, tehtävissä asetustiedostoon tehtävin muutoksin. Esimerkiksi Oulun saapumisaikojen ja Oulun sijaintitietojen komponentti voitiin monistaa Lahden ja Jyväskylän käyttöön vaihtamalla tiedon lähteen osoite ja lisäämällä kohdekaupungin viestijono käsittelijään. Pilotissa huomattiin, ettei Digitransit-alusta muokkaamattomana sopinut sellaisenaan tähän käyttöön, vaan merkittävä määrä asetuksia oli HSL-riippuvaista. Pilottiin lisättiin Digitransit-alustaan omat versiot komponenteista OpenTripPlanner Data Container, Navigator Server ja Digitransit User Interface. Loppukäyttäjän käyttöliittymää varten lisättiin myös Websocket-välityspalvelin.

3.4 Käytetty tietosisältö

Pilotin käytössä kokeiltiin alkuun Koontikannan tietokantaa. Koontikannan ongelmaksi havaittiin tunnisteiden rakenteen poikkeaminen kaupunkien järjestelmistä. Koontikannassa oli päällekkäisten tunnisteiden ongelma ratkaistu rakentamalla tunnisteet operaattorin ja alkuperäisen tunnisteiden perusteella. Tietosisältö vaihdettiin Walttiin, jonka tunnisteet Oulun kaupungin reaaliaikajärjestelmän kohdalla vastasivat hyvin toisiaan. Lahden kaupungin kohdalla ajaututtiin ongelmiin, koska tunnisteet eivät olleet yhtenevät toisin kuin Oulun kohdalla. Waltti-datasta puuttui myös tarkempi ajoreitti, joten reitin visualisointi puhtaalla Waltti-datalla pilotissa jäi pysäkkipisteiden välille vedettyjen suorien viivojen tasolle. Lopulta pilotissa päädyttiin käyttämään kaupunkien omia aineistoja.

Yhteenveto pilotoidusta ratkaisumallista tiivistettynä

- *Ratkaisu pohjautuu Digitransitin toteutukseen.*
- *Alkuperäisen suunnitelman pohjana oli tehdä mahdollisimman vähän muutoksia Digitransit-alustaan ja rakentaa pilotti uusien Docker-konttien avulla toteutettavalla muutoksella tietovirroissa.*
- *Pilotin suunniteltiin voivan toteuttaa muunnoskomponenttien avulla teoriassa minkä tahansa formaatin kääntäminen GTFS-RT:ksi, joka on Digitransitin tukema.*
- *Pilotissa huomattiin, ettei Digitransit-alusta muokkaamattomana sopinut sellaisenaan tähän käyttöön, vaan merkittävä määrä asetuksia oli HSL-riippuvaista.*
- *Pilotin tietosisältöinä kokeiltiin ensin Koontikantaa, joka pilotin edetessä vaihdettiin Walttiin. Lopulta käyttöön otettiin kaupunkien omat aineistot.*
- *Ratkaisumalli selviytyy suurienkin reaaliaikaviestimäärien vastaanottamisessa selkeästi alle yhden sekunnin vasteaikavaatimuksen.*

4 Pilotin aikana kerätyt kokemukset

4.1 Kokemukset tutkituista datalähteistä

Reaaliaikainen tieto koostuu kolmesta osasta; sijaintitiedosta, pysäkkiennusteista ja häiriötiedotteista. Esimerkiksi sijaintitietoa voidaan esittää kartalla pelkkien koordinaattien perusteella. Jotta informaatio olisi loppukäyttäjän näkökulmasta hyödyllistä, on se kuitenkin liitettävä staattiseen aikatauludataan. Näin toimien on mahdollista kertoa mistä reitistä ja vuorosta on kyse.

Jotta tietojen yhdisteleminen onnistuisi pienellä vaivalla, tarvitaan sekä staattiseen että reaaliaikaiseen informaation yhtenevät tunnisteet (trip_id, route_id). Yhdisteleminen on mahdollista ilman yhteneviä tunnisteitakin, mutta se on työlästä ja lisää virheiden mahdollisuutta.

Pilotissa ei luotu validointityökaluja reaaliaikasyötteille. GTFS-muotoiset staattiset aineistot tarkistettiin Googlen luomalla validaattorilla, jonka lisäksi niihin ja reaaliaikasyötteisiin perehdyttiin silmämääräisesti. Osa ongelmista nousi esiin liitettäessä aineistoja Digitransitiin ja osa siinä vaiheessa, kun Digitransitia käytettiin.

4.1.1 Staattiset aikatauluaineistot

Staattisia aikatauluaineistoja on saatavilla monesta eri lähteestä. Esimerkiksi Lahden Seudun Liikenteen (LSL) aikataulut löytyvät viidestä eri GTFS-aineistosta. Näistä neljä on yleisesti saatavilla olevaa avointa dataa, mutta LSL:n reaaliaikajärjestelmässä käytetty aineisto poikkeaa jaossa olevista aineistoista.

Yleisemmin eri aineistoja on kolme. Pilotissa mukana olevat reaaliaikajärjestelmät käyttävät omia aineistojaan. Lisäksi saatavilla on Waltti-järjestelmästä tuotettavat aineistot sekä Koontikannasta tuotettu aineisto. Koontikannassa on pilottikaupunkien osalta ladattuna Waltti-aineistot, joten näiden kahden eroksi jää lähinnä se, että Koontikannasta aikataulut saa keskitetysti yhdessä GTFS-paketissa. Mikäli reaaliaikatieto pohjautuu kaupungin omaan aineistoon, eivät sen sisältämät tunnisteet todennäköisesti täsmää Waltin ja Koontikannan aineistojen kanssa.

GTFS-aineistoista puhuttaessa on myös huomattava, että niiden rakenne poikkeaa toisistaan, sillä formaatin määrittelyn mukaisesti merkittävä osa tiedoista on vapaaehtoisia. Täten aineisto voi olla validaattorin mukaan virheetöntä, mutta se ei välttämättä silti sovi reaaliaikajärjestelmien käyttöön. Pilotin aikana on havaittu mm. eroja käytetyissä tunnisteissa ja ajopäivien esitystavoissa (calendar.txt vs. calendar_dates.txt), reittigeometrioiden (shapes.txt) ja timepoint-tietojen (stop_times.txt) puute Waltin aineistoissa ja suuntatiedon (trips.txt direction) puute Koontikannan aineistossa. Mainituista puutteista ainoastaan tunnisteet ovat ongelma pilotin näkökulmasta, mutta reaaliaikajärjestelmien näkökulmasta muut huomiot voivat olla esteitä.

Waltin tietoihin on tulossa arvioidut hinnat. Hintatieto on tärkeää lisä matkustajille, joten tämä puoltaa Waltin tietojen hyödyntämistä myös jatkossa.

Vain reaaliaikajärjestelmän käyttöön luotujen aineistojen mielekkyyttä on syytä miettiä myös ylläpidon näkökulmasta. Aineistoja täytyy päivittää ja niiden saatavuudesta on huolehdittava. Usean aikatauluaineiston ylläpito aiheuttaa siten ylimääräistä työtä, varsinkin kun asiaa tarkastellaan pidemmällä aikavälillä. Tämä on huomioitu raportin suositusosiossa.

GTFS-aineistoja olisi mahdollista tuottaa myös Liikenneviraston RAE-palvelua käyttäen. Tällä reitti- ja aikataulueditorilla luotu informaatio on saatavilla GTFS-muodossa joko valittuina reitteinä tai kaiken järjestelmän sisältämän liikenteen sisältämänä aineistona. Lisäksi RAE-aineisto ladataan automaattisesti Koontikantaan.

4.1.2 Reaaliaikainen informaatio

Reaaliaikatiedon hyödyntäminen ei ole välttämättä täysin suoraviivaista, vaikka tietoa jaettaisiinkin GTFS-RT-rajapinnan kautta. Tämä johtuu standardin vähäisistä pakollisista kentistä. Esimerkiksi reaaliaikaisen informaation käytössä tarpeelliset tiedot, kuten trip_id ja route_id, ovat vapaavalintaisia.

GTFS-RT-formaatin käyttöä hankaloittaa myös kunnollisen avoimen lähdekoodin validaattorin puute. Lisäksi parhaista käytännöistä ei ole tarjolla selkeää ohjeistusta, ja niinpä esimerkiksi junaliikenteen raidemuutosten esittämisen ongelmat nousivat keskusteluihin. Formaatti mahdollistaa tällaisen tiedon välittämisen Alert-tyyppisillä viesteillä, mutta käytännöistä pitäisi sopia tiedon tuottajien ja hyödyntäjien kesken, sillä tarkkaa määrittelyä tällaisiin tilanteisiin ei ole. Vaihtoehtoisesti kyseeseen voi tulla myös GTFS-RT-formaatin laajentaminen ennalta sovitulla tavalla. Laajennoksia (extension) voidaan lisätä tarpeen mukaan, mutta toisaalta ne saattavat heikentää aineistojen yleiskäyttöisyyttä.

Toisaalta pilotissa tutustuttiin myös epästandardeihin rajapintoihin. Tällaiset rajapinnat hankaloittavat huomattavasti tiedon hyödyntämistä, vaikkakin periaatteessa missä tahansa formaatissa saatava tieto on muunnettavissa GTFS-RT-määrittelyn mukaiseksi. Muunnosten toteutus ei kuitenkaan ole välttämättä kovin yksinkertaista. Vaadittava työn määrä on vahvasti riippuvainen tietolähteen alkuperäisestä käyttötarpeesta ja toteutuksesta.

4.1.3 Kaupunkikohtaiset kokemukset

Reaaliaikapilotissa saatiin kaupunkikohtaisia kokemuksia Oulusta, Lahdesta ja Jyväskylästä sekä raideliikenteen osalta pääkaupunkiseudulta.

Oulu

Oulu tuli pilottiin mukaan ensimmäisenä kaupunkina. Oululla on neljä GTFS-RT-formaatin mukaista reaaliaikarajapintaa. Nämä ovat vehicle positions (sijaintitiedot), trip updates (pysäkkiennusteet) ja service alerts (häiriötiedotteet) sekä vehicle positions ja trip updates -syötteiden yhdistelmä. Lisäksi tarjolla on SIRI-formaatin mukaiset rajapinnat. Pilotissa hyödynnetään GTFS-RT-rajapintoja, pois lukien yhdistelmäsyöte.

Staattisena aikatauluaineistona käytetään kaupungin omaa GTFS-muotoista aineistoa, joka on ladattavissa oulunliikenne.fi-sivustolta. Sekä `routes.txt:n` että `trips.txt:n` tunnisteen täsmäävät reaaliaikarajapintojen vastaavien kanssa. Tunnisteen ovat samat kuin Waltista saatavilla olevassa aineistossa, mutta Oulun omassa aineistossa on mukana myös reittien geometriat eli ajoreitit.

Pilotissa `trip updates` -sanomat välitetään järjestelmän läpi muuntamattomina. `Vehicle positions` -sanomiin lisätään vuorojen suuntatieto, joka mahdollistaa Digitransitissa yksittäisen ajoneuvon seuraamisen.

Oulun GTFS-RT-rajapinta ei sisällä reaaliaikaa etuajassa olevista ajoneuvoista. Informaatiojärjestelmä poistaa etuajastiedot GTFS-RT -välityksestä, jolloin etuajassa olevien linja-autojen ennusteen tilalla esitetään staattinen lähtöaika (suunniteltu lähtöaika).

Lahti

Lahti otettiin pilottiin mukaan toisena kaupunkina. Myös Lahden reaaliaikajärjestelmä tuottaa GTFS-RT -muotoista dataa. Syötteinä ovat `vehicle positions`, `trip updates` sekä `service alerts`. `Service alerts` on vielä kokeiluasteella ja se sisältää ainoastaan testi-viestejä.

Lahden Seudun Liikenteen verkkosivuilla on tarjolla kaksi erilaista staattista GTFS-aineistoa. Reaaliaikajärjestelmä käyttää kuitenkin omaa aineistoansa, joka toimitettiin sähköpostilla pilotin käyttöön. Tämä aineisto sisältää reittien tarkat geometriat.

Pilotissa `trip updates` -sanomiin lisätään vuorojen tunnisteen aikatauluaineistosta. `Vehicle positions` -sanomiin lisätään kaikkien pysäkkien tunnisteksi "0000", sillä reaaliaikasyöte ei sisällä tietoa sen hetkisestä pysäkestä. Oikean tunnisteen lisääminen olisi mahdollista sijaintitietoa hyödyntäen. `Trip updates` -sanomissa havaittiin myös ajoittain virhe, sillä pysäkin ohitusaika saattaa olla myöhäisempi kuin seuraavan pysäkin ohitusaika.

Lahden `vehicle positions` -sanomissa on kattavasti tietoa ajoneuvoihin liittyen. Mukana ovat mm. ajoneuvon suuntima, matkamittarin lukema ja nopeus.

Jyväskylä

Jyväskylän reaaliaikajärjestelmä poikkeaa muista pilotissa mukana olevista järjestelmistä, sillä raakadataa tuottava taustajärjestelmä ja GTFS-RT-muotoista syötettä julkaiseva järjestelmä on hankittu eri toimittajilta. Projektissa aloitettiin integraatio taustajärjestelmään, jonka tarkoituksena oli tuottaa itse GTFS-RT-syötteet. Tästä kuitenkin luovuttiin, kun selvisi, että vastaava toiminnallisuus on hankittu kaupungin toimesta.

Staattisen aikatauluaineiston osalta Jyväskylä noudattaa samaa ratkaisua kuin Lahti ja Oulu. Jyväskylässäkin on oma GTFS-muotoinen aineistonsa reaaliaikajärjestelmää varten. Tässä aineistossa on pieni virhe, sillä kaikkien vuorojen suunnaksi on merkitty 0, joka tarkoittaa keskustasta poispäin suuntautuvaa liikennettä. Lisäksi aineistosta ei löydy reittigeometrioita, joten esimerkiksi Digitransitissa reitit esitetään suorina viivoina suoraan pysäkiltä toiselle.

Trapezen tuottamien GTFS-RT-syötteiden käyttöönoton yhteydessä havaittiin muutama ongelma. Vehicle positions -viesteissä oli aikaleimat virheellisesti millisekunteina sekuntien sijaan ja lisäksi viesteistä puuttuivat reittien tunnisteet sekä tieto sen hetkisestä pysäkestä. Mainitut puutteet ovat GTFS-RT:n määrittelyn mukaisesti vapaaehtoisia, mutta tästä huolimatta korjaus ja lisäykset saatiin nopeasti käyttöön. Syötteestä tuli sen myötä pilotin tarpeiden mukainen.

Pilotissa tuotettu järjestelmä lisää vehicle positions -viesteihin vielä vuorojen tunnisteet, jonka jäljiltä syötteet saatiin näkymään Digitransit-demossa oikein. Kirjoitushetkellä trip updates -viestien pysäkkien järjestys kuitenkin poikkeaa ajoittain staattisesta aineistosta, jonka johdosta reaaliaikatiedon esittäminen ei toimi vakaasti.

Raideliikenne

Raideliikenteen reaaliaikatietoa on saatavilla Liikenneviraston Digitraffic-järjestelmästä. Digitraffic sisältää tietoa kaikesta raideliikenteestä eikä sitä ole siten suunniteltu matkustajainformaatiojärjestelmien näkökulmasta. Se käyttää tiedon välittämiseen täysin omaa formaattiaan.

Suurin yksittäinen ongelma rajapinnan käytön kannalta on junien sijaintitiedot. Rajapinta ei kerro junan sijaintia koordinaatteina, vaan se kertoo minkä raideosuuden juna milloinkin on varannut. GTFS-RT Vehicle positions -sanomien luomiseksi rataosuuksien koordinaatit ovat kuitenkin pakollisia. Digitrafficin rajapinnoista (api, infra-api) ei tällä hetkellä löydy koko rataverkoston kattavia tietoja raideosuuksista, joten rajapintojen tietojen perusteella tarvittava muunnos ei onnistu kohtuullisella vaivalla. Tarvittavat tiedot on todistettu mahdollista kerätä ratakilometrien perusteella, mutta tämä koettiin liian työlääksi. Pilotissa sijaintitiedon ongelma on yritetty ratkaista Liikenneviraston Ratapurkki-järjestelmään tallennettua tietoa hyödyntäen.

Kaukoliikenteen aikatauluaineistojen osalta raideliikenne on pilotin näkökulmasta monimutkainen. Digitrafficissa on rajapinta aikataulujen hakua varten, mutta sen käyttäminen vaatisi saadun informaation konvertoimisen GTFS-muotoon, jotta sitä voitaisiin hyödyntää pilotissa ja Digitransitissa. Pilotin osalta tämä olisi mahdollista ilman konversiota rakentamalla uusi latausprosessi, mutta reaaliaikatiedon hyödyntämisen kannalta muunnos olisi käytännössä pakollinen.

VR:n aikataulut on saatavilla myös Kalkati.net -muodossa, mutta tämänkään aineiston käyttäminen ei ole täysin ongelmatonta. Kyseistä formaattia ei pystytty suoraan hyödyntämään pilotissa ja Digitransitissa. Aineisto on kuitenkin saatavilla Koontikannan GTFS-paketissa, jolloin muunnosta ei tarvitse välttämättä toteuttaa itse. Kalkati.net-formaatti aiheuttaa kuitenkin joitakin ongelmia, sillä se ei sisällä reitti-geometrioita eikä se ylipäättään erottele reittejä ja vuoroja toisistaan. Jälkimmäinen aiheuttaa duplikaatteja, kun aineistoa käytetään Digitransitissa.

Staattisen aineiston osalta pilotissa päädyttiin kokeilemaan HSL:n GTFS-muotoista dataa, josta saadaan lähiliikenteen junien tiedot.

Käytettävissä olevilla aineistoilla saimme näytettyä junien pysäkkiennusteet ja sijaintitiedot raideosuuksittain Digitransit-käyttöliittymällä.

Yhteenveto tutkituista datalähteistä tiivistettynä

- *Staatittisia aikatauluaineistoja on saatavilla monesta eri lähteestä eivätkä ne välttämättä ole keskenään samanlaisia.*
- *Staatittisesta Waltti-aineistosta puuttuu reittigeometriat ja timepoint-tiedot (stop_times.txt)*
- *GTFS-aineistojen rakenne poikkeaa toisistaan, sillä formaatin määrittelyn mukaisesti merkittävä osa tiedoista on vapaaehtoisia.*
- *GTFS-RT-formaatin käyttöä hankaloittaa avoimen lähdekoodin validaattorin puute eikä parhaista käytännöistä ole tarjolla selkeää ohjeistusta.*
- *Esimerkiksi junaliikenteen raidemuutoksia voitaisiin välittää Alert-tyyppisillä viesteillä, mutta käytännöstä tulee sopia tiedon tuottajien ja hyödyntäjien välillä.*
- *GTFS-RT-formaattiin voi myös tehdä laajennoksia (extension), mutta samalla ne heikentävät aineistojen yleiskäyttöisyyttä.*
- *Reaaliaikatieiden hyödyntäminen ei ole välttämättä täysin suoraviivaista, vaikka tietoa jaettaisiin GTFS-RT-rajapinnan kautta. Tämä johtuu standardin vähäisistä pakollisista kentistä.*
- *Silti löyhänkin standardin noudattaminen on suositeltavaa, sillä se vähentää datan käsittelyyn liittyvää työmäärää oleellisesti.*

4.2 Kokemukset Digitransit-alustasta

Reaaliaikapilotin kokemukset Digitransit-alustasta olivat pääsääntöisesti positiivisia. Lähdekoodit ovat käytössä avoimesti ja kuka tahansa voi pystyttää oman Digitransit-instanssinsa lataamalla koodit GitHub:sta. Reaaliaikapilotissa Digitransit asennettiin Azuren pilvipalveluun samaan tapaan kuin HSL on toiminut.

Digitransitin käyttöliittymä on selkeä ja helppokäyttöinen. Käyttöliittymän avulla on helppo testata reaaliaikadatan toimivuutta ja todentaa dataan liittyviä virheitä, jos testauksessa käytettävä datamassa ei ole liian suuri. Reaaliaikadataa hyödyntävät osuudet näkyvät nopeasti esimerkiksi bussien aikatauluista tai bussien liikkeestä kartalla. On kuitenkin huomioitava, että jos Digitransitin testiaineistona käytetään koontikannassa olevaa dataa, niin sitä on niin paljon, että se hidastaa testaamista. Digitransitin käyttöliittymää ollaan edelleen kehittämässä, joten oletusarvoisesti sen käyttökokemus tulee vielä parantumaan.

Alusta vastaanottaa muun muassa pilotissa käytettyjä GTFS-RT-formaatissa olevia reaaliaikadata-viestejä hyvin. Staatittisen datan ja reaaliaikadatan yhteensopimattomuudesta saadaan virheilmoitukset, mutta joissakin tapauksissa virheilmoitukset voisivat toki olla informatiivisempiakin. On myös huomioitava, että alusta sisältää useita eri komponentteja, joiden käyttämä staatittinen data on konfiguroitava erikseen. Käytettävä lähtödata (id:t lähdöille ja reiteille) on siis tärkeää kiinnittää mahdollisimman varhain, kun alustaa lähdetään ottamaan käyttöön laajemmin, tai kun perustetaan uutta Digitransit-instanssia.

Toteuttajan näkökulmasta Digitransit-alusta on raskas ja siinä on paljon opeteltavaa. Sen asentaminen toteuttajan omaan kehitysympäristöön vaatii suorituskykyisen kehityskoneen, jossa on muistia vähintään 16GB. Muussa tapauksessa alustaan kuuluvan OTP (Open Trip Planner) -komponentin kääntäminen on aivan liian hidasta. Lisäksi on huomioitava, että GitHub:sta ladattavissa olevasta lähdekoodista on rajattu pois alueet pääkaupunkiseudun ulkopuolelta. Näiden alueiden käyttöönotto vaatii siis pienen muutoksen koodiin. Alustan dokumentoinnissa olisi syytä mainita nämä asiat.

Kokemukset Digitransit-alustasta tiivistettynä

- *Kokemukset Digitransit-alustasta olivat pääsääntöisesti positiivisia. Lähdekoodit ovat käytössä avoimesti ja kuka tahansa voi pystyttää oman Digitransit-instanssinsa lataamalla koodit GitHub:sta.*
- *Alusta sisältää useita eri komponentteja, joiden käyttämä staattinen data on konfiguroitava erikseen. Käytettävä lähtödata on tärkeää kiinnittää mahdollisimman varhain, kun alustaa lähdetään ottamaan käyttöön laajemmin, tai kun perustetaan uutta Digitransit-instanssia.*
- *Alustan asentaminen toteuttajan omaan kehitysympäristöön vaatii suorituskykyisen kehityskoneen, jossa on muistia vähintään 16GB.*

4.3 Kaupunkien kokemukset pilotista

Oulu

Oulun tavoitteena oli saada edistettyä kansallista mallia reaaliaikatieiden käsittelyssä, sekä saada kokemuksia Oulun datan, sekä rajapinnan laadusta. Pilotin aikana Oulu on joutunut käymään neuvotteluja järjestelmätoimittajan kanssa, mutta saanut hyvää palautetta datan ja rajapinnan laadusta.

Lahti

Lahden tavoitteena oli saada matkustajille parempaa palvelua myös kansallisella tasolla. Avoimien rajapintojen hyödyntäminen luo kilpailua myös kaupunkien välille. Tavoitteena oli myös saada tietoa reaaliaikajärjestelmistä seuraavaa liikenteen kilpailuttamiskierrosta varten. Pilotin aikana Lahden käyttämän järjestelmätoimittajan kanssa on tarkennettu rajapintoihin liittyviä asioita.

Jyväskylä

Jyväskylän tavoitteena oli saada tietoa siitä, millainen reaaliaikatieiden tuottava järjestelmä kannattaa viranomaisen kannalta ottaa käyttöön. Pilotin aikana Jyväskylän käyttämä taustajärjestelmätoimittaja on saanut arvokasta tietoa rajapinnan kehittämisestä.

5 Suositukset ja kehitysehdotukset

5.1 Suositukset

Tässä luvussa esitetään reaaliaikapilotin suositukset, jotka olisi hyvä toteuttaa lyhyellä aikavälillä. Suositukset on eroteltu raideliikenteelle ja kaupunkien järjestelmille erikseen, koska niiden lähtökohdat ovat hieman erilaiset. Reaaliaikadatan osalta tarpeet ovat kuitenkin samat.

Pilotti suosittelee reaaliaikadatan sanomille GTFS-RT-formaattia. GTFS-RT on matkustajainformaatiojärjestelmien kannalta suosittu ja tarkoitukseen sopiva formaatti. Sen rakenne ja tietosisältö on määritelty selkeämmin kuin esimerkiksi SIRIn. Lisäksi GTFS-RT:n laaja nykykäyttö on lisännyt osaavien toteuttajien määrää.

SIRI ei ole oleellinen matkustajaliikenteen näkökulmasta, koska sen määrittely on löyhempi ja sen käyttö on rajoittuneempaa kuin GTFS-RT:n. SIRI-sanomien sisällöt vaihtelevat suuresti sitä tuottavien lähteiden välillä. SIRIn käyttäminen ei kuitenkaan ole huono ratkaisu ja mm. Digitransit tukee sitä. Kaupungit voivat käyttää SIRIä omiin tarkoituksiinsa eikä reaaliaikapilotti ota siihen sen enempää kantaa.

Tämän loppuraportin liitteinä (liitteet 1, 2 ja 3) löytyvät GTFS-RT-formaatissa olevat esimerkkisanomat pysäkkiennusteista, sijaintitiedoista ja häiriötiedotteista.

5.1.1 Suositukset raideliikenteelle

Raideliikenteen osalta on huomioitava, että staattisen datan ja reaaliaikadatan yhdistäminen on muuta joukkoliikennettä hankalampaa, koska aineistojen tuottamisessa käytetään VR:n ja Liikenneviraston toisistaan erillisiä järjestelmiä (vrt. Id-yhteen-sopivuus).

Optimitilanteessa yksi järjestelmä tuottaisi reaaliaikadataa ja jakelisi staattisen datan.

Reaaliaikapilotti suosittelee, että staattisen datan osalta otetaan käyttöön GTFS-formaatti nykyisen Kalkati.net-formaatin lisäksi. Datan jakelu olisi syytä tehdä avoimemmaksi ja kaikkien sitä tarvitsevien sidosryhmien saataville.

Liikennevirastossa on jo käynnissä hanke, jonka lopputuloksena junaliikenteen reaaliaikatiedon tuottava rajapinta avataan SIRI-formaatissa syksyllä 2017. Käytettävää formaattia oleellisempi asia on nimenomaan rajapinnan avaaminen: mahdollinen sanomaformaatin muunnos GTFS-formaattiin on käytännössä melko helppo toteuttaa jos se nähdään tarpeelliseksi.

Tulevaisuutta ajatellen raideliikenteen kilpailuttamisen käynnistämisen yhteydessä reaaliaikatiedon tuottamisvaatimukset on syytä ulottaa myös raideliikenteen operointisopimuksiin. Raideliikenteen operaattori voisi tuottaa junien reaaliaikatiedot, jotka yhdistettäisiin rataverkon ylläpitäjän tuottamiin raide- ja asematietoihin.

5.1.2 Suositukset kaupunkien järjestelmille

Tuotantokäyttöön soveltuvassa ratkaisussa tulisi olla selvitettyinä seuraavat asiat:

- Kaupunkien reaaliaikajärjestelmien, kaupungin reittiaikataulujen ja reittihaku-järjestelmän tulisi olla samoilla tunnisteilla. Mahdollisesti kaupunkien järjestelmissä voidaan sovittaa tunnistet (trip_id, route_id) yhteisen koosteen tunnisteid mukaisiksi.
- Ym. aineistossa tulisi reiteistä olla saatavilla tarkka ajoreitti koordinaatti-listana.
- Kaupungin käyttöön hankittavien järjestelmien ja tehtyjen sopimusten tulisi tukea GTFS-RT:tä ja sen kolmea päätoiminnallisuutta: Häiriötiedotteita (Alerts), saapumisaikoja (TripUpdates) ja sijaintitietoja (VehiclePositions). Näiden toiminnallisuuksien tulisi olla reaaliaikajärjestelmän käytössä ilman erilliskustannusta.
- Reaaliaikajärjestelmien tulisi huomioida myös etuajassa kulkevat ajoneuvot.
- Ajoneuvojen tulisi tukea reaaliaikatietoa laajalti, esim. lähettämällä:
 - Tietoa ajoneuvon saapumisesta pysäkillä
 - Tietoa ajoneuvon sijainnista, tämänhetkisestä nopeudesta

Ajoneuvoista saatavissa tiedoissa tulisi olla mukana myös sillä hetkellä ajettavana oleva lähtö (tieto reitistä, reitin suunnasta).

Staattinen data

Pilotti suosittelee, että reaaliaikadataa tuottavat järjestelmät käyttävät staattisena datana samaa aineistoa kuin mikä menee Waltti-kantaan (jos kyseessä on Waltti-kaupunki) lisättynä ajoreiteillä (shapes.txt). Waltti-data menee myös Koontikantaan.

Waltti olisi hyvä lähde staattiselle datalle, mikäli se tukisi nykyisen sisällön lisäksi ainakin reittigeometrioita (shapes.txt) ja timepoint-tietoa (stop_times.txt). Joillakin kaupungeilla voi olla myös muita vaatimuksia, mutta mainitut asiat ovat selkeästi oleellimmat puutteet nykyisessä tilanteessa.

Id-kenttien luomisessa on syytä luoda jokaiselle järjestelmälle oma järjestelmän yksilöivä etuliite id-kenttien päällekkäisyyksien estämiseksi Waltti-kannassa.

Tunnisteiden olisi myöskin syytä säilyä muuttumattomina. Tämä tarkoittaa esimerkiksi sitä, että sama reitti löytyy eri GTFS-aineistoversioista aina samalla route_id-tunnisteella.

GTFS-aineistoissa olisi hyvä olla mukana feed_info.txt-tiedosto, ja siinä kenttä feed_version. Kentän sisällön on tarkoitus identifioida kyseisen aikatauluaineiston versio.

5.1.3 Suositukset datan validoinnista

Saapuvan reaaliaikadatan oikeellisuus ja sen sopivuus käytettyyn staattiseen dataan on yksi reaaliaikajärjestelmien suurimmista haasteista. Reaaliaikapilotin projektissa tämä validointi jätettiin lähinnä Digitransitin vastuulle, mutta vastuun siirtäminen pilottiin on mahdollista.

Oleellisimmat validointikohteet ovat staattisesta datasta löytyvät päällekkäiset id:t, id-kenttien yhteensopivuus reaaliaikadatan ja staattisen datan kanssa, dataformaattien oikeellisuus ja sanomien tietotyyppi- ja tietosisältötarkastukset:

- 1) Päällekkäiset id:t: Tarkistetaan, ettei staattisessa aineistossa ole useita tunnisteita samalla id-arvolla.
- 2) Id-kenttien yhteensopivuus: Tarkistetaan, että reaaliaikadatan ja staattisen datan lähtöjen ja reittien trip_id sekä route_id -kentät vastaavat toisiaan.
- 3) Dataformaattien oikeellisuus: Tarkistetaan, että dataformaatit ovat rakenteellisesti oikein, ja että reaaliaikajärjestelmien osalta pakolliset kentät löytyvät.
- 4) Tietotyyppi – ja tietosisältötarkastukset: Tarkistetaan, että tietotyypit ja tietosisältö vastaavat määrittämiä.

Täysin valmiita valmisohjelmistoja tai avoimen lähdekoodin välineitä GTFS-RT-syötteiden validoimiseen ei tällä hetkellä ole. Reaaliaikasyötteiden oikeellisuuden tarkistamiseen vaaditaan myös vertailu staattiseen aikatauluaineistoon, ja tällainen työkalu on rakenteilla yliopistoprojektina. Projektista vastaa Floridalainen Center for Urban Transportation Research.

Reaaliaikapilotti antaa lähtökohdat ja mallin tuleville toteutusratkaisuille. Pilotti voidaan nähdä yhtenä komponenttina joukkoliikenteen reaaliaikakokonaisuutta rakennettaessa. Tämä komponentti voidaan joko ottaa mukaan tai jättää pois toteutuksesta riippuen kokonaisuudelle asetetuista vaatimuksista.

Itsepalvelumalli on käytännössä mahdoton automatisoida matkustajainformaatiojärjestelmään. Uuden kaupungin liittäminen reaaliaikakokonaisuuteen voitaisiin tehdä mahdollisimman helpoksi luomalla validointipalvelu (kehitysehdotus 7.1.1) sekä staattiselle että reaaliaikaiselle datalle. Validaattorin läpäisevät tietolähteet olisivat valmiiksi tietosisällöltään eheitä, ja täten helppoja ottaa käyttöön.

Pilotissa tunnistettiin neljä vaihtoehtoista toteutustapaa validoinnille:

- 1) Validointi suoritetaan dataa lähettävässä päässä validointipohjan avulla
- 2) Validointipalvelu ("hotelli"), johon datan tuottajat voivat liittyä, ja jossa tarkistetaan datan sisäinen ristiriidattomuus
- 3) Yksi keskitetty järjestelmä, joka validoi datan myös suhteessa muiden järjestelmää käyttävien sidosryhmien dataan
- 4) Hybridimalli, jossa validointia suoritetaan lähettävässä päässä sekä erillisenä palveluna

Ensimmäinen vaihtoehto on periaatteessa oikeaoppisin ratkaisu, sillä datat validoitaisiin jo niiden luonnin yhteydessä. Tätä olisi mahdollista auttaa toteuttamalla validointityökalut jaettaviksi kaupunkien omaan käyttöön. Validointityökaluja käyttävä taho voisi siis varmistua syötteidensä laadusta, eikä virheellistä dataa tarvitsisi päästää hyödyntäjille asti. Tässä mallissa käyttökulut jäisivät tietoa tuottavalle taholle. Tietoa hyödyntävä taho ei voisi kuitenkaan olla varma siitä, että tieto on validaattorin ehjäksi havaitsemaa. Vaikka informaatio ajettaisiinkin validaattorin läpi, pitäisi sen tuloksia seurata ja tarvittaessa korjata sen raportoimat ongelmat. Tämän toteutuminen varsinkin pidemmällä aikavälillä on epävarmaa.

Toinen vaihtoehto siirtää validoinnin vastuun ja seurannan ulkopuoliselle toimijalle. Ratkaisumallista riippuen pelkän validoinnin sijaan voitaisiin myös hoitaa sanomanvälitystä ja sanomien muutoksia, kuten pilotissakin tehtiin. Pilotista poiketen tässä mallissa jokaiselle tiedontuottajalle olisi kuitenkin oma palvelunsa, jolloin tunnistetietojen ei pääsisi syntyään, koska eri aineistoja ei yhdistettäisi saman palvelun alle. Malli mahdollistaisi myös reaaliaikajärjestelmään aiheutuvan kuorman siirron pois aineistolähteeltä sekä kontrolloidun jatkokehityksen.

Kolmas vaihtoehto on lähimpänä pilotoitua ratkaisua. Tässä mallissa kaikki aineistot luetaan sisään yhteen järjestelmään, joka pitää huolen validoinnista, sanomien muutoksista sekä sanomanvälityksestä. Etuina tässä mallissa olisi hyvä näkyvyys laatuongelmiin, niiden varma seuranta sekä mahdolliset laadunparannukset keskitetysti. Ratkaisu vaatisi kuitenkin aineistojen tunnisteen jakamisen omiin id-avaruuksiinsa, esimerkiksi lisäämällä niihin sovittu etuliite. Muutos vaadittaisiin myös staattisiin aineistoihin, jolloin nekin tulisi jaettavaksi saman järjestelmän alaisuudesta. Ratkaisu olisi raskas, eikä pilotin aikana käytyjen keskustelujen perusteella näyttänyt löytyvän tahoja, joka haluaisi ottaa vastuun ja ratkaisusta aiheutuvat kustannukset itselleen.

Neljäs vaihtoehto on yhdistelmä edellisistä ratkaisuista. Dataa validoitaisiin jo niiden luonnin yhteydessä ja lisävalidointia ja seurantaa tehtäisiin ulkopuolisessa palvelussa (joko ”hotelli”-palveluna tai keskitettynä järjestelmänä). Validointityökalut tarjottaisiin jaettaviksi kaupunkien omaan käyttöön. Lisäksi toteutettaisiin erillinen validointipalvelu, joka varmistaisi tiedon eheyden sitä hyödyntävälle taholle. Validointipalvelu mahdollistaisi näkyvyyden laatuongelmiin ja ongelmien seurannan.

Pelkkä validointi saattaisi kuitenkin rajata kaikki GTFS-RT-formaattia käyttämättömät tahot järjestelyn ulkopuolelle. Muidenkin formaattien validointi on toki mahdollista, mutta luultavasti kannattavampaa olisi muuntaa sanomat GTFS-RT-formaattiin.

Mallien ratkaisuvaihtoehdot on esitetty tiivistetysti seuraavassa taulukossa (Taulukko 1).

Taulukko 1. Validointimallien vaihtoehdot

Validointimalli	Toteutustapa	Hyvää	Huonoa
VE 1 Validointi datan lähettävässä päässä	Toteutetaan validointityökalu jaettavaksi kaupunkien käyttöön. Käyttökuluista vastaa tuottava taho.	Oikeaoppinen ratkaisumalli. Virheellinen data ei pääse hyödyntäjille asti	Hyödyntävä taho ei voi varmistua siitä, että data on havaittu ehjäksi. Tuloksia pitää joka tapauksessa seurata ja ongelmat korjata. Koordinointi haasteellista.
VE 2 Validointi ulkopuolisella toimijalla	Validoinnin lisäksi voitaisiin hoitaa sanomanvälitystä ja sanomien muutoksia. Käyttökuluista tulee sopia.	Tunnisteristiriitoja ei pääsisi syntymään, koska eri aineistoja ei yhdisteltäisi saman palvelun alle. Reaaliaikajärjestelmään aiheutuvan kuorman siirto pois aineistolähteeltä sekä kontrolloidumpi jatkokehitys.	Jokaiselle tiedontuottajalle olisi kuitenkin oma palvelunsa. Koordinointi haasteellista.
VE 3 Keskitetty validointi	Kaikki aineistot luetaan sisään yhteen järjestelmään, joka pitää huolen validoinnista, sanomien muutoksista sekä sanomanvälityksestä (lähellä pilotoitua ratkaisua). Hallinnoivasta tahosta tulee sopia.	Hyvä näkyvyys laatuongelmiin, niiden varma seuranta sekä mahdolliset laadunparannukset keskitetysti. Koordinoitu staattisten aineistojen jakelu.	Vaatii aineistojen tunnisteiden jakamisen omiin id-avaruuksiinsa, esimerkiksi lisäämällä niihin sovittu etuliite. Muutos vaadittaisiin myös staattisiin aineistoihin, joka on samalla myös hyvä asia.
VE 4 Hybridi	Toteutetaan validointityökalu jaettavaksi kaupunkien käyttöön ja lisäksi tarjotaan erillinen validointipalvelu.	Virheellinen data ei pääse hyödyntäjille asti. Näkyvyys laatuongelmiin ja niiden seuranta.	Edellyttää toteutuksia datan lähettävään päähän, sekä niiden lisäksi erillistä validointipalvelua. Koordinointi haasteellista. Mahdolliset muutokset tulee toteuttaa kaikkiin järjestelmiin.

Arvio validointimallien kustannuksista karkealla tasolla

Kustannusarviot perustuvat pilotin aikana kerättyihin kokemuksiin työmääräarvioista.

Keskitetyn validointimallin (VE 3) arvioidut kustannukset koostuvat seuraavasti:

- validointityökalun kehittäminen 60.000–120.000 €
- palvelinympäristökustannus 40.000–60.000 €/v
- operointikustannus (2 htp/kk) 15.000 €/v

Jos validointi toteutetaan *datan lähettävässä päässä (VE 1)*, niin vastaavat kustannukset kohdistuvat datan tuottajille. Tuottajien oman työn osuus saattaa VE 3:een verrattuna vielä kasvaa, koska koordinointi eri toimijoiden kesken vaatii ylimääräisiä resursseja.

Vaihtoehdossa 2 (*validointi ulkopuolisella toimijalla*) kokonaiskustannukset kasvavat vaihtoehtoon 3 verrattuna, koska palvelinympäristökustannukset ovat todennäköisesti korkeammat.

Hybridimallissa (VE 4) kokonaiskustannukset vaihtoehtoon 3 verrattuna ovat korkeammat, koska keskitetyn palvelun lisäksi datan tuottajat joutuvat toteuttamaan validointiratkaisuja.

5.1.4 Suositukset reaaliaikasyötteiden sisällöstä

Alla on listattuna reaaliaikasyötteiden tehokkaaseen hyödyntämiseen matkustaja-informaatiojärjestelmissä vaaditut kentät. Niiden tietosisällöt ja selitteet on kuvattu tarkemmin liitteessä 4. Ylimääräisestä informaatiosta ei ole kuitenkaan haittaa, sillä se ei estä rajapinnan hyödyntämistä. Service alerts -syötteen sisältö on hyvin pitkälti riippuvainen sen laukaisevasta häiriöstä, joten sille ei ole asetettu erillisiä vaatimuksia.

Trip updates –syötteen pakollinen tietosisältö:

```
gtfs_realtime_version
timestamp
id
  trip_id
  route_id
  direction_id
  start_time
  stop_sequence
  delay
  stop_id
```

Vehicle positions –syötteen pakollinen tietosisältö:

```
gtfs_realtime_version
timestamp
id
  trip_id
  route_id
  direction_id
  start_time
  latitude
  longitude
  current_stop_sequence
  current_status
  stop_id
```

5.1.5 Suositukset tiivistettynä

SUOSITUS 1: GTFS-RT -formaatin käyttö

GTFS-RT on matkustajainformaatiojärjestelmien kannalta suosittu ja tarkoitukseen sopiva formaatti. Sen rakenne ja tietosisältö on määritelty selkeämmin kuin esimerkiksi SIRIn. Lisäksi GTFS-RT:n laaja nykykäyttö on lisännyt osaavien toteuttajien määrää.

SUOSITUS 2: GTFS-formaatin käyttö raideliikenteessä

Raideliikenteessä staattisen datan osalta otetaan käyttöön GTFS-formaatti nykyisen Kalkati.net-formaatin lisäksi. Datan jakelu on syytä tehdä avoimemmaksi ja kaikkien sitä tarvitsevien sidosryhmien saataville.

SUOSITUS 3: Suositukset kaupunkien järjestelmille

- Reaaliaikajärjestelmien, reittiaikataulujen ja reittihakujärjestelmien tulee olla samoilla tunnisteilla.
- Reiteistä tulee olla saatavilla tarkka reitti koordinaattilistana.
- Järjestelmien tulee tukea GTFS-RT:tä ja sen kolmea päätoiminnallisuutta: Häiriötiedotteita (Alerts), saapumisaikoja (TripUpdates) ja sijaintitietoja (VehiclePositions)
- Reaaliaikajärjestelmien tulisi huomioida myös etuajassa kulkevat ajoneuvot
- Staattisena datana sama kuin Waltti-järjestelmään menevä data lisättynä ajo-reiteillä (shapes.txt).
- Jokaiselle järjestelmälle oma järjestelmän yksilöivä etuliite id-kenttien päällekkäisyyksien estämiseksi Waltti-kannassa.
- Id-kenttien luomisessa on syytä luoda jokaiselle järjestelmälle oma järjestelmän yksilöivä etuliite id-kenttien päällekkäisyyksien estämiseksi Waltti-kannassa
- Tunnisteiden on myöskin syytä säilyä muuttumattomina. Tämä tarkoittaa esimerkiksi sitä, että sama reitti löytyy eri GTFS-aineistoversioista aina samalla route_id-tunnisteella.
- GTFS-aineistoissa on hyvä olla mukana feed_info.txt-tiedosto, ja siinä kenttä feed_version. Kentän sisällön on tarkoitus identifioida kyseisen aikataulu-aineiston versio.
- Ajoneuvojen/lähdejärjestelmän tulee lähettää reaaliaikainformaation kannalta oleelliset tiedot (saapumisajat pysäkille, sijainti, nopeus, sekä tieto ajettavana olevasta lähdöstä, reitistä ja suunnasta)

SUOSITUS 4: Datan validointi

Toteutetaan tekninen datan validointi (staattisesta datasta löytyvät päällekkäiset id:t, id-kenttien yhteensopivuus reaaliaikadatan ja staattisen datan kanssa, data-formaattien oikeellisuus ja sanomien tietotyyppi- ja tietosisältötarkastukset), sekä tehdään päätös validointimallista. Vaikka validointi olisi oikeaoppista tehdä välittömästi datan lähettävässä päässä, se saattaa johtaa kuitenkin koordinoimattomiin tilanteisiin ja virheisiin erityisesti silloin, kun dataa yhdistellään useasta eri lähteestä. Datan vastaanottamisen ja jakelun kokonaisvasteajan tulee olla enintään yksi sekunti. Datan validoinnissa suositellaan käytettäväksi keskitettyä validointimallia.

SUOSITUS 5: Syötteiden pakolliset tiedot

Reaaliaikatiedon tuottamisesta vastuussa olevat tahot ottavat käyttöön suositukset reaaliaikasyötteiden vähimmäissisällöstä (liite 4).

5.2 Suositukset toimijoittain

Liikennettä järjestävät viranomaiskaupungit

Viranomaiskaupungit ovat päävastuussa reaaliaikatiedon tuottamisessa. Liikennettä järjestävien viranomaisten tulee huolehtia siitä, että pilotin suositukset 1, 3 ja 5 otetaan käyttöön kaupunkien sopimusliikenteiden osalta. Tämä yksinkertaistaa huomattavasti reaaliaikatiedon vastaanottoa ja jatkokäsittelyä. Jos reaaliaikatiedon tuottaminen on vastuutettu sopimusliikennöitsijälle ja edelleen sopimusliikennöitsijän järjestelmätoimittajalle, niin viranomaiskaupungin tulee sopimusohjauksessa huomioida koko sopimusketjun toimivuus.

Viranomaiset, maaseutumainen liikenne (ELY-liikenne)

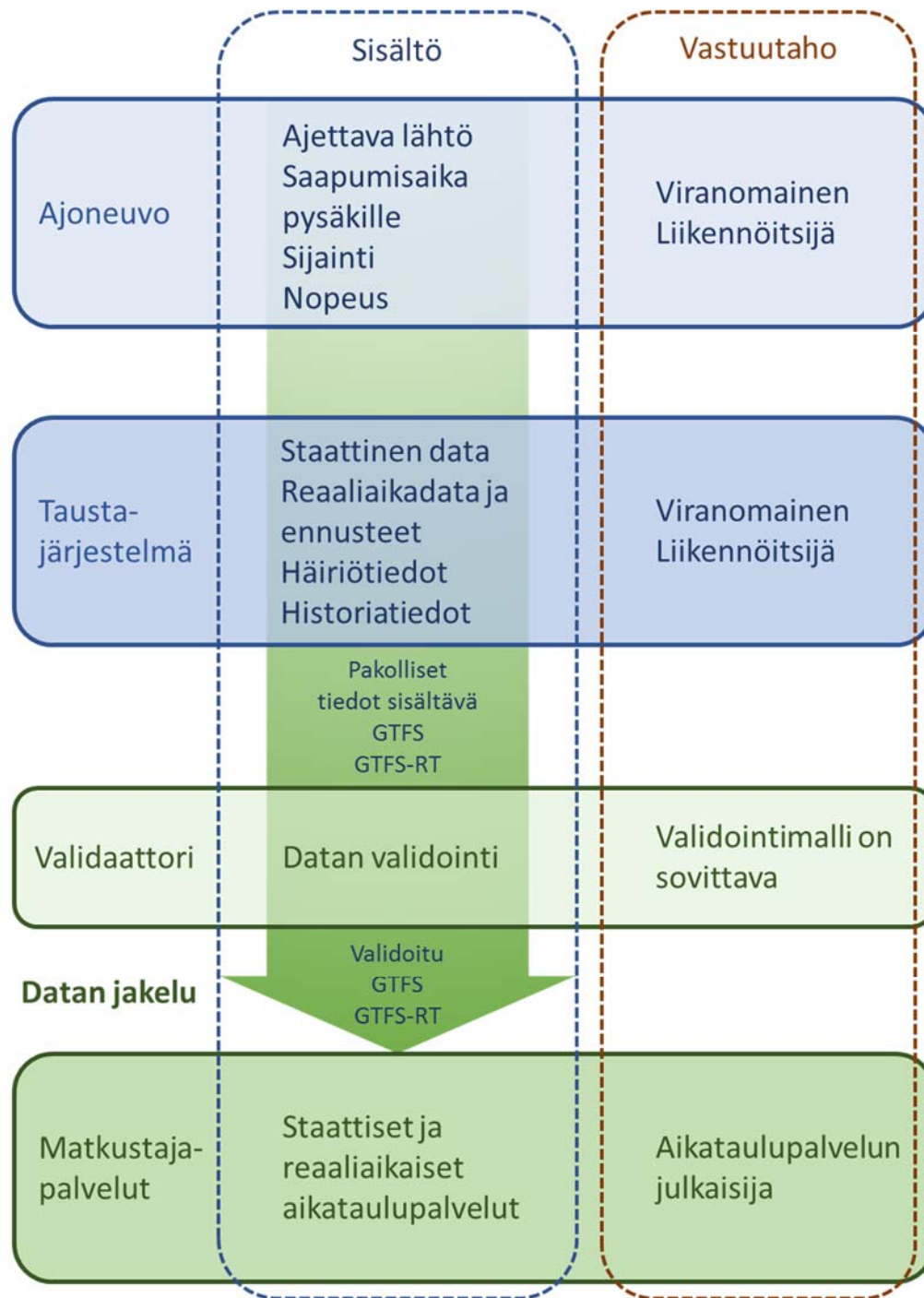
Pilotti keskittyi erityisesti kaupunkimaisen liikenteen reaaliaikatiedon käsittelyyn. Maaseutumaisen liikenteen osalta reaaliaikatiedolla on enemmänkin paikallista merkitystä ja ne voidaan toteuttaa hyvinkin kevyillä, mobiilipohjaisilla ratkaisuilla. Rajapintojen osalta niissä on syytä huomioida ainakin suositukset 1 ja 5, jotta tulevaisuudessa esim. MaaS-toimijat voivat hyödyntää niitä.

Liikennöitsijät ja markkinaehtoinen liikenne

Liikennöitsijöiden tulee huolehtia siitä, että liikennöitsijän käyttämät järjestelmätoimittajat ottavat omissa järjestelmissään huomioon pilotin suositukset 1, 3 ja 5. Tämä koskee myös markkinaehtoisen liikenteen liikennöitsijöitä.

Järjestelmä- ja palvelutoimittajat

Järjestelmä- ja palvelutoimittajien tulee huomioida omissa järjestelmissään ja palveluissaan pilotin suositukset 1, 3 ja 5.



Kuva 3. Reaaliaikatiedon roolit ja toimijat

5.3 Pidemmän aikavälin kehitysehdotukset

Joukkoliikenteen reaaliaikapilotin pidemmän kehitysehdotukset on koottu kehittäjien huomioista projektin aikana. Nämä ehdotukset koostuvat niistä tehtävistä, jotka helpottavat jatkossa itsepalvelumallin toteuttamista, edistävät reaaliaikatiedon käsittelyä sekä parantavat tiedon laatua. Kehitysehdotuksissa on otettu myös reaaliaikatiedon testaus huomioon.

5.3.1 Datan laadun parantaminen

Datan laatua on mahdollista parantaa ennen sen lähettämistä esim. Digitransitiin. Erityisesti joukkoliikenteen aikatauluihin liittyviä ennusteita on mahdollista kehittää tarkemmiksi, jos sitä tukeva staattinen data on tarpeeksi laadukasta (mukana on mm. joukkoliikenteen tarkat ajoreitit ja voimassa olevat pysäkkiaikataulut).

Vaikka osa reaaliaikaa tuottavista järjestelmistä lähettääkin omat ennusteensa, niin pilottiin on mahdollista lisätä tarkistusalgoritmeja niiden parantamiseksi. Esimerkiksi ennustevalit ja datan automaattinen korjaus (jälkeisen pysäkin aikataulu on aikaisempi kuin aikaisemman pysäkin) ovat olleet keskusteluissa mukana.

Reaaliaikadatan ja staattisen datan yhdistämiseen liittyvät (id-kenttien osuvuus jne.) parannukset on kuitenkin paras tehdä lähtevässä päässä eli reaaliaikatiedon järjestelmätoimittajien toimesta (vrt. luku 4 Kokemukset tutkituista datalähteistä).

5.3.2 Lokituksen kehittäminen

Lokituksen parantaminen ja virheenselvityksen helpottaminen oli yksi Digitransit-projektin toiveista reaaliaikapilotille. Tarkoituksena oli tallentaa pilottiin saapuneet viestit jatkoanalysointia varten. Tämä työ jäi kuitenkin kesken projektin puitteissa ja sitä voidaan jatkossa kehittää. Lokituksen kehittämistä kannattaisi tehdä yhdessä datan validoinnin parantamisen kanssa.

5.3.3 Sanomaformaattien muunnokset

Reaaliaikadataa on mahdollista lähettää eri formaateissa ja datasanomien rakenne sekä tietosisältö voivat vaihdella lähettäjystä riippuen. Yleisimmät käytetyt formaatit ovat GTFS-RT ja SIRI, mutta koko formaattikenttä on kirjava. Reaaliaikapilotin on mahdollista muuntaa näitä eri formaatissa olevia reaaliaikasanomia haluttuun muotoon yhden yhteisen putken avulla. Varsinkin matka.fi -sivusto hyötyisi tästä vaihtoehdosta.

5.3.4 Avoin lähdekoodin hankkeiden dokumentointi

Avoimen lähdekoodin hankkeiden dokumentointiin on syytä kiinnittää lisää huomiota. Arkkitehtuuri- ja sovellusdokumentaatiota on vielä syytä tarkentaa, jotta sen käyttöön-otto tuotantokäyttöön helpottuu.

5.3.5 NeTEx-standardin käyttö

Reaaliaikapilotin suositukset pohjautuvat vahvasti GTFS- ja GTFS-RT-syötteiden käyttöön. EU-tasolla on kuitenkin sovittu NeTEx-standardin käyttöönotosta (<http://netex-cen.eu/>). NeTEx on kehitetty erityisesti soveltumaan eri EU-laajuiseen aikataulutietojen vaihtoon esimerkiksi silloin, kun matkaketju ulottuu useamman kuin yhden EU-valtion alueelle.

Myös NeTEx-standardin käyttöönottoa tulee seurata ja tarvittaessa tukea NeTEx:in käyttöönottoa esimerkiksi sanomaformaattien muunnoksilla.

Kehitysehdotukset tiivistettynä

- *Datan validointi ja sen vastuuttaminen. Täysin valmiita valmisohjelmistoja tai avoimen lähdekoodin välineitä GTFS-RT-syötteiden validoimiseen ei ole.*
- *Datan laadun parantaminen: ennusteet, ajoreitit, id-kenttien osuvuus, tarkistusalgoritmien kehittäminen.*
- *Lokituksen kehittäminen osana datan parantamista.*
- *Sanomaformaattien muutosputkien kehittäminen.*
- *Arkkitehtuuri- ja sovellusdokumentaation kehittäminen.*
- *NeTEx-standardin seuraaminen.*

6 Pilotin esitykset jatkotoimenpiteiksi

TOIMENPIDE 1: Kaupunkien toimenpiteet

Viranomaiskaupungit vastaavat liikenteestä omilla viranomaisalueillaan. Kaupungit ottavat käyttöön suositukset kaupunkien järjestelmille (suositukset 1 ja 3, liite 4) ja syötteiden pakolliset tiedot (suositus 5). Samalla kaupunkien tulee huolehtia sopimusohjauksella siitä, että liikennettä tuottavat liikennöitsijät ja järjestelmätoimittajat toteuttavat suositukset omissa järjestelmissään. Koska useimmiten kyse on sopimusliikenteestä, on päävastuu julkisella sektorilla liikennettä hankkivalla taholla. Sopimusohjauksella vastuu voidaan siirtää operoivalle taholle tai sen alihankkijalle.

Toimenpiteen aikataulu: välittömästi uusien järjestelmien hankintojen osalta, olemassa olevien järjestelmien osalta mahdollisuuksien mukaan.

Vastuutaho: kaupungit, liikennöitsijät, järjestelmätoimittajat

TOIMENPIDE 2: Datan validointimallista päättäminen

Datan validointimallista ja validoinnin vastuutahosta tulee tehdä päätös (suositus 4). Datan validointi ei tule ainakaan lyhyellä aikajänteellä tapahtumaan markkinoiden toimesta, sillä liiketoimintamallit puuttuvat ja toimijakenttä on pirstaleinen. Koordinoivan tahon tulee olla ainakin käynnistysvaiheessa liikenneviranomaisen tai liikenneviranomaiseen sopimussuhteessa oleva taho. Lyhyellä aikajänteellä sopivin taho toimeenpanijaksi on Liikennevirasto, mutta validointi on toteutettava siten, että se voidaan siirtää pidemmällä aikajänteellä pois Liikenneviraston hallinnosta.

Toimenpiteen aikataulu: päätös toimintamallista 3Q/2017, toteutus 2Q/2018.

Vastuutaho: toistaiseksi Liikennevirasto, jatkossa organisaatiomuutosten mukaisesti

TOIMENPIDE 3: GTFS- ja GTFS-RT -formaatin käyttö myös raideliikenteessä

Liikennevirasto on uudistamassa raideliikenteen rajapintaa syksyllä 2017. Rajapinnan toteutustapa tulee olemaan SIRI-formaatti. Vaikka SIRI on laajalti käytetty rajapinta, on erityisesti eri lähteistä saatavien reaaliaikatietojen yhdistelyn kannalta suositeltavampaa käyttää staattisen datan osalta GTFS- ja reaaliaikaisen datan osalta GTFS-RT-syötettä. Liikenneviraston tulisi selvittää mahdollisuudet GTFS- ja GTFS-RT-syötteen käyttöön. Toinen tapa on muuntaa SIRI GTFS- ja GTFS-RT-syötteenä datan validoinnin yhteydessä. Koska rataverkosta vastaa julkinen sektori, on hankkeen luonnollinen toteuttaja Liikennevirasto.

Toimenpiteen aikataulu: 3Q-4Q/2017

Vastuutaho: Liikennevirasto

TOIMENPIDE 4: Tarpeellisiksi havaitut lisäykset Waltti-aineistoihin

Waltti-järjestelmään on syytä toteuttaa muutoksia, jotta kaupungit voivat hyödyntää samaa GTFS-aineistoa myös reaaliaikajärjestelmissään. Pilotin aikana havaitut puutteet ovat reittigeometriat (shapes.txt) ja timepoint-tieto (stop_times.txt). Waltti-järjestelmästä vastaa LMJ Oy, joten hankkeen luonnollinen toteuttaja on LMJ Oy.

Toimenpiteen aikataulu: 3Q-4Q/2017

Vastuutaho: LMJ Oy

6.1 Yhteenveto jatkotoimenpiteistä Liikenneviraston näkökulmasta

Liikenneviraston rooli on lähitulevaisuudessa voimakkaasti muuttumassa ja tällä hetkellä Liikenneviraston toimivaltaan kuuvia tehtäviä tullaan järjestämään uudelleen. Liikennepalvelulain voimaantulon myötä osa tehtävistä (mm. koontikannan ylläpito ja kehittäminen) poistuu kokonaan markkinoiden hoidettaviksi. Liikennevirasto tulee myös suunnitellusti luopumaan LMJ Oy:n omistusosuudesta.

Tämän vuoksi pilotin esityksiä Liikenneviraston vastuulle kuuluvista toimenpiteistä on tarkasteltava sekä lyhyellä että pidemmällä aikajänteellä. Lyhyellä aikajänteellä Liikennevirasto voi toimia hankkeiden käynnistäjänä ja projektoijana, mutta hankkeet on suunniteltava ja toteutettava siten, että ne voidaan teknisesti ja hallinnollisesti siirtää helposti jonkin toisen tahon hallintaan ja ympäristöön. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi datan validointimallista päättäminen tulee ajan-kohtaiseksi vasta sitten kun Liikenneviraston toimivaltaan kuuluvat tehtävät on järjestetty uudelleen.

Pidemmällä aikajänteellä Liikenneviraston ja muiden liikenneviranomaisten rooli on olla ennen kaikkea hankkeiden mahdollistaja siten, että esteitä kaupallisesti kannattavalle liiketoiminnalle puretaan maltillisesti. Tämä voi tarkoittaa esimerkiksi sitä, että viranomaiset tukevat markkinoiden hoidettaviksi siirtyviä palveluja tietyn siirtymäkauden ajan, ennen kuin palvelujen varaan syntyy uutta, kannattavaa liiketoimintaa. Esimerkiksi koontikanta tai reaaliaikadatan validointipalvelu voivat vaatia siirtymäkauden ajan viranomaisten tukea, ennen kuin kaupalliset toimijat pystyvät kehittämään niihin perustuvaa kannattavaa liiketoimintaa.

Liikenneviraston ja sen yhteistyökumppaneiden (HSL, LMJ) rooli reaaliaikatiedon vastaanottajana, käsittelijänä ja jakelijana tulee selkeyttää. On myös syytä selkeyttää Liikenneviraston ja sen yhteistyökumppaneiden roolia palveluiden tuottajana toimialalla, jolla on toimivat markkinat.

Liikennepalvelulaki (Liikennekaari) velvoittaa matkustajainformaation jakeluun ja mahdollisen valtakunnallisen rajapinta-alustan (National Access Point, NAP) rakentamiseen. NAP tulee alkuvaiheessa olemaan luettelo saatavilla olevista aikatauluinformaatioon liittyvistä rajapinnoista ja mahdollisesti niiden tietosisällöstä. Jatkossa NAPia on mahdollista kehittää enemmän tietovaraston ja tietojen jakelijan roolin suuntaan. Jos tämä kehitys toteutuu, niin NAPin yhteyteen olisi luontevaa liittää myös

datasyötteiden validointipalvelu. Myös NAPin operoinnin suhteen Liikenneviraston ja muiden viranomaisten roolia tulee selkeyttää mahdollisimman pikaisesti.

Liikenneviraston toimenpiteiden roadmap tiivistetysti:

Vuosi	Toimenpide
2017	4Q: Raideliikenteen rajapinnan julkaisu ja reaaliaikapilotin suositusten toteutus
2018	1Q-4Q: Datan validointi: validointimallin ja toteutustavan etenemisen turvaaminen toimivaltauudistuksen jälkeen 1Q-2Q: Päätös NAPin mahdollisesta laajennuksesta ja toteutusmallista 3Q-4Q: Koontikannan jatkon turvaaminen

ESIMERKKISANOMA PYSÄKKIENNUSTEISTA (TRIP UPDATES)

```

HEADER {
  GTFS_REALTIME_VERSION: "1.0"
  TIMESTAMP: 1495175097
}
ENTITY {
  ID: "AD_0000002101101071_1109"
  TRIP_UPDATE {
    TRIP {
      TRIP_ID: "0000002101101071"
      ROUTE_ID: "2"
      DIRECTION_ID: 1
      START_TIME: "11:15:35"
    }
    STOP_TIME_UPDATE {
      ARRIVAL {
      }
      DEPARTURE {
        DELAY: 22
      }
      STOP_ID: "191964"
    }
    STOP_TIME_UPDATE {
      STOP_SEQUENCE: 1
      ARRIVAL {
        DELAY: 1
      }
      DEPARTURE {
        DELAY: 12
      }
      STOP_ID: "190672"
    }
    STOP_TIME_UPDATE {
      STOP_SEQUENCE: 2
      ARRIVAL {
        DELAY: -5
      }
      DEPARTURE {
        DELAY: 16
      }
      STOP_ID: "183966"
    }
    STOP_TIME_UPDATE {
      STOP_SEQUENCE: 3
      ARRIVAL {
        DELAY: 1
      }
      DEPARTURE {
        DELAY: 13
      }
      STOP_ID: "183968"
    }
    STOP_TIME_UPDATE {
      STOP_SEQUENCE: 4
      ARRIVAL {
        DELAY: -5
      }
      DEPARTURE {
      }
      STOP_ID: "183971"
    }
    VEHICLE {
      ID: "1109"
    }
  }
}
ENTITY {
  ID: "AD_0000003301101101_1072"

```

Liite 1 / 2 (2)

```
TRIP_UPDATE {
  TRIP {
    TRIP_ID: "0000003301101101"
    ROUTE_ID: "2"
    DIRECTION_ID: 1
    START_TIME: "11:20:00"
  }
  STOP_TIME_UPDATE {
    ARRIVAL {
    }
    DEPARTURE {
      DELAY: 33
    }
    STOP_ID: "191964"
  }
  STOP_TIME_UPDATE {
    STOP_SEQUENCE: 1
    ARRIVAL {
      DELAY: 9
    }
    DEPARTURE {
      DELAY: 51
    }
    STOP_ID: "190672"
  }
  STOP_TIME_UPDATE {
    STOP_SEQUENCE: 2
    ARRIVAL {
      DELAY: 33
    }
    DEPARTURE {
      DELAY: 92
    }
    STOP_ID: "183966"
  }
  STOP_TIME_UPDATE {
    STOP_SEQUENCE: 3
    ARRIVAL {
      DELAY: 77
    }
    DEPARTURE {
      DELAY: 87
    }
    STOP_ID: "183968"
  }
  STOP_TIME_UPDATE {
    STOP_SEQUENCE: 4
    ARRIVAL {
      DELAY: 64
    }
    DEPARTURE {
    }
    STOP_ID: "183971"
  }
  VEHICLE {
    ID: "1072"
  }
}
```

ESIMERKKISANOMA SIJAINITIEDOISTA (VEHICLE POSITIONS)

```

HEADER {
  GTFS_REALTIME_VERSION: "1.0"
  TIMESTAMP: 1495175120
}
ENTITY {
  ID: "VP_0000350101108031_3031"
  VEHICLE {
    TRIP {
      TRIP_ID: "0000350101108031"
      ROUTE_ID: "414"
      DIRECTION_ID: 1
      START_TIME: "11:15:35"
    }
    POSITION {
      LATITUDE: 64.836838
      LONGITUDE: 25.909391
    }
    CURRENT_STOP_SEQUENCE: 44
    STOP_ID: "98761"
    VEHICLE {
      ID: "3031"
    }
  }
}
ENTITY {
  ID: "VP_0000051101105011_3047"
  VEHICLE {
    TRIP {
      TRIP_ID: "0000051101105011"
      ROUTE_ID: "15"
      DIRECTION_ID: 1
      START_TIME: "11:20:00"
    }
    POSITION {
      LATITUDE: 65.0058
      LONGITUDE: 25.479494
    }
    CURRENT_STOP_SEQUENCE: 17
    STOP_ID: "186024"
    VEHICLE {
      ID: "3047"
    }
  }
}
ENTITY {
  ID: "VP_0000046401105021_3048"
  VEHICLE {
    TRIP {
      TRIP_ID: "0000046401105021"
      ROUTE_ID: "15"
      DIRECTION_ID: 1
      START_TIME: "10:56:00"
    }
    POSITION {
      LATITUDE: 65.02478
      LONGITUDE: 25.4699
    }
    CURRENT_STOP_SEQUENCE: 17
    CURRENT_STATUS: STOPPED_AT
    STOP_ID: "120715"
    VEHICLE {
      ID: "3048"
    }
  }
}
ENTITY {
  ID: "VP_0000350801108041_3049"
  VEHICLE {
    TRIP {
      TRIP_ID: "0000350801108041"
      ROUTE_ID: "414"
      DIRECTION_ID: 1
      START_TIME: "11:10:15"
    }
    POSITION {
      LATITUDE: 65.008331
      LONGITUDE: 25.478374
    }
    CURRENT_STOP_SEQUENCE: 3
    STOP_ID: "120809"
    VEHICLE {
      ID: "3049"
    }
  }
}

```

ESIMERKKISANOMA HÄIRIÖTIEDOTTEISTA (SERVICE ALERTS)

```
HEADER {
  GTFS_REALTIME_VERSION: "1.0"
  TIMESTAMP: 1495184844
}
ENTITY {
  ID: "SA_238"
  ALERT {
    INFORMED_ENTITY {
      STOP_ID: "120788"
    }
    CAUSE: MAINTENANCE
    HEADER_TEXT {
      TRANSLATION {
        TEXT: "BUSSTOPALERT"
      }
    }
    DESCRIPTION_TEXT {
      TRANSLATION {
        TEXT: "PYS\303\244KKI POIS K\303\244YT\303\266ST\303\244 TOISTASEKSI"
      }
    }
  }
}
```

REAALIAIKAJÄRJESTELMIEN TUOTTAMIEN TIETOJEN VÄHIMMÄISSISÄLLÖT

Alla on listattuna reaaliaikasyötteen tehokkaaseen hyödyntämiseen matkustaja-informaatiojärjestelmissä vaaditut kentät (merkitty punaisella), niiden tietosisällöt ja lyhyet selitteet. Ylimääräisestä informaatiosta ei ole kuitenkaan haittaa. Service alerts -syötteen sisältö on hyvin pitkälti riippuvainen sen laukaisevasta häiriöstä, joten sille ei ole asetettu erillisiä vaatimuksia.

Trip updates -syötteen pakollinen tietosisältö:

```
header {
  gtfs_realtime_version: "1.0"          (käytetyn GTFS-määrittelyn versio)
  timestamp: 1495175097                 (syötteen luontihetken aikaleima)
}
entity {                                (syötteessä voi olla useita entity-elementtejä)
  id: "1234567"                          (uniikki tunniste)
  trip_update {
    trip {
      trip_id: "12345"                   (lähdön tunniste, sama kuin GTFS-aineistossa)
      route_id: "2"                      (reititin tunniste, sama kuin GTFS-aineistossa)
      direction_id: 1                    (lähdön suunta, sama kuin GTFS-aineistossa)
      start_time: "08:00:00"             (aikataulun mukainen lähtöaika)
    }
    stop_time_update {
      stop_sequence: 1                   (pysäkin järjestysnumero)
      arrival {                          (saapumisaika pysäkillä, tyhjä
                                         ensimmäisen pysäkin kohdalla)
      }
      departure {                        (lähtöaika pysäkiltä, tyhjä
                                         viimeisen pysäkin kohdalla)
        delay: 1                         (viive verrattuna suunniteltuun aikatauluun)
      }
      stop_id: "123456"                  (pysäkin valtakunnallinen Digiroad-tunniste)
    }
  }
}
```

Vehicle positions -syötteen pakollinen tietosisältö:

```
header {
  gtfs_realtime_version: "1.0"          (käytetyn GTFS-määrittelyn versio)
  timestamp: 1495175097                 (syötteen luontihetken aikaleima)
}
entity {                                (syötteessä voi olla useita entity-elementtejä)
  id: "1234567"                          (uniikki tunniste)
  vehicle {
    trip {
      trip_id: "12345"                   (lähdön tunniste, sama kuin GTFS-aineistossa)
      route_id: "2"                      (reititin tunniste, sama kuin GTFS-aineistossa)
      direction_id: 1                    (lähdön suunta, sama kuin GTFS-aineistossa)
      start_time: "08:00:00"             (aikataulun mukainen lähtöaika)
    }
    position {                           (sijainti WGS-84 koordinaatteina)
      latitude: 65.02478
      longitude: 25.4699
    }
    current_stop_sequence: 2              (pysäkin järjestysnumero)
    current_status: STOPPED_AT           (tilanne pysäkkiin nähden)
    stop_id: "123456"                    (pysäkin valtakunnallinen Digiroad-tunniste)
  }
}
```

Lähdejärjestelmän tuottamien tietojen minimivaatimukset:

Lähdejärjestelmän tulisi reaaliaikainformaatiota varten tuottaa seuraavat tiedot:

- käytetyn GTFS-määrittelyn versio
- syötteen luontihetken aikaleima
- tapahtuman uniikki tunniste
- tieto ajettavasta lähdöstä
 - o myös reitti ja reitin suunta
- pysäkin järjestysnumero
- pysäkin tunniste
- pysäkille saapumisen ja siltä lähtemisen viive verrattuna suunniteltuun aikatauluun
- tilanne pysäkkiin nähden
- tämänhetkinen sijainti
- reaaliaikajärjestelmien tulisi huomioida myös etuajassa kulkevat ajoneuvot

Ajoneuvolaitteiden osalta on huomattava, että pelkkä paikkatieto ei ole riittävä, vaan paikkatietoon liitettävä muitakin tietoja, kuten tieto ajettavasta lähdöstä, reitti ja reitin suunta.

ISSN-L 1798-6656
ISSN 1798-6664
ISBN 978-952-317-478-8
www.liikennevirasto.fi

Liik
enne
vira
sto